



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI PADA IBU MENYUSUI TERHADAP KADAR ZINK DAN BESI AIR SUSU IBU DI KECAMATAN MANDIANGIN KOTO SELAYAN KOTA BUKITTINGGI

TESIS



**YENDRIZAL JAFRI
06212014**

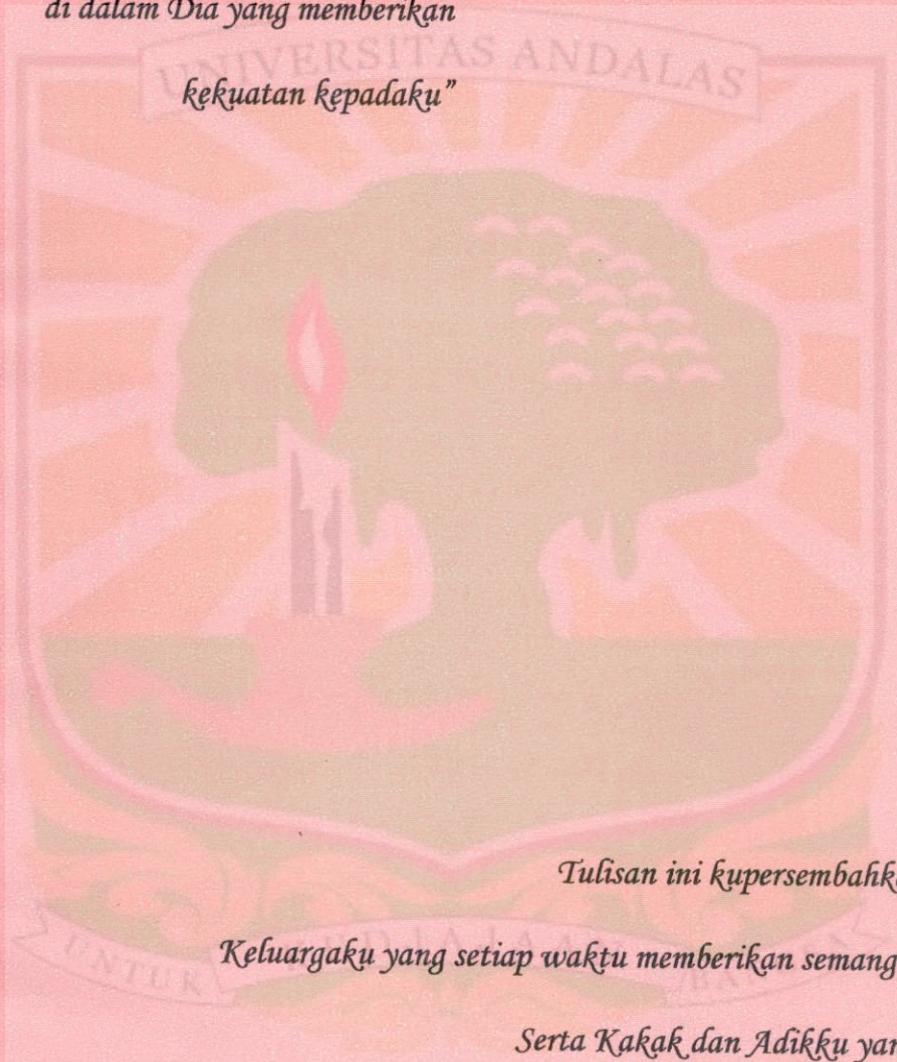
**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2008**

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Segala perkara dapat ku tanggung

di dalam Dia yang memberikan

kekuatan kepadaku"



Tulisan ini kupersembahkan kepada:

Keluargaku yang setiap waktu memberikan semangat dan doa

Serta Kakak dan Adikku yang kucintai

Rekan-rekan mahasiswa Biomedik

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 6 Nopember 1968 di L.B.Begalung Lakitan Pessel, sebagai anak kesembilan dari ayah Jafri dan Ibu Syamnimar. Penulis menamatkan SD pada tahun 1983, SMP tahun 1986, SMA tahun 1989 di Lengayang Pessel. Penulis memperoleh gelar Sarjana Muda Keperawatan tahun 1993 dan memperoleh gelar Sarjana Keperawatan pada Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia tahun 1999.

Sejak tahun 1993 penulis bekerja di Akper Perintis dan sekarang sebagai dosen di STIKes Perintis Bukittinggi. Pada tahun 2006 memperoleh kesempatan meneruskan pendidikan pada Program Studi Ilmu Biomedik konsentrasi Kesehatan Ibu Anak (KIA) Pascasarjana Universitas Andalas di Padang.



Hubungan Asupan Zat Gizi pada Ibu Menyusui Terhadap Kadar Zink dan Besi ASI di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi

oleh: Yendrizal Jafri

(Di bawah bimbingan Masrul dan Nursal Asbiran)

RINGKASAN

Masalah defisiensi zat gizi mikro seperti defisiensi zink (Zn) dan besi (Fe) merupakan masalah kesehatan masyarakat di banyak negara berkembang termasuk di Indonesia yang banyak dialami oleh kelompok rawan gizi seperti ibu menyusui dan bayi. Sementara itu Bank Dunia menemukan bahwa 30% masyarakat di negara berkembang defisiensi zat gizi mikro. Kebutuhan gizi bayi 0-6 bulan diperoleh melalui ASI sehingga produksi ASI yang cukup baik jumlah dan kualitasnya sangat menentukan terhadap pertumbuhan bayi. Upaya perbaikan gizi pada bayi 0-6 bulan hanya dapat dilakukan melalui perbaikan gizi ibunya. Berdasarkan hal tersebut maka ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi.

Tujuan penelitian: 1) Diketuinya karakteristik responden ibu menyusui di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi. 2) Mengkaji ada atau tidak hubungan asupan protein, zink dan besi pada ibu terhadap kadar zink ASI. 3) Mengkaji ada atau tidak hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar besi ASI. 4) Mengkaji ada atau tidak hubungan status gizi berdasarkan IMT Ibu terhadap kadar zink dan besi ASI. 5) Mengkaji ada atau tidak hubungan umur bayi terhadap kadar zink dan besi ASI.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan pada bulan April sampai Juli 2008. Desain penelitian adalah "*Cross Sectional*" dengan jumlah sampel 47 orang. Pengambilan sampel secara *Simple Random Sampling*. Data karakteristik subjek penelitian didapatkan dengan kuesioner antara lain: umur, jumlah keluarga, pekerjaan, pendidikan dan pendapatan keluarga. Pengukuran antropometri dilakukan penimbangan berat badan, mengukur tinggi badan. Untuk menentukan status gizi berdasarkan IMT

(indeks massa tubuh) dengan rumus $BB \text{ (kg)}/TB \text{ (m}^2\text{)}$ dikategorikan: kurang ($IMT < 18$), normal ($18 < IMT < 25$) dan lebih ($IMT > 25$).

Asupan zat gizi ibu dengan *Food Frekuensi Semi Kuantitatif* (FFQ) menggunakan alat bantu *Food Model*. Konsumsi bahan makanan (FFQ) kuesioner: frekuensi harian, mingguan, bulanan dan tahunan dikonversi ke porsi ukuran rumah tangga dan gram lalu ditotal intake dalam gram. Analisis asupan protein, zink dan besi menggunakan program *Food Processor* dan manual berdasarkan DKBM, DKGJ, DKMM, DKPM & DURT. Asupan zat gizi ibu di kategorikan berdasarkan AKG dengan melakukan koreksi terhadap BB nyata individu dengan BB standar yang ada pada tabel AKG, asupan protein, zink dan besi baik \geq AKG < kurang. Analisis kadar zink ASI dan kadar besi ASI dilakukan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*), dikategorikan: baik \geq nilai konsentrasi < kurang berdasarkan umur bayi.

Karakteristik ibu menyusui yang terdiri dari umur ibu berada dikisaran rata-rata 29 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa ibu termasuk usia produktif. Jumlah anggota keluarga rata-rata 5 orang, diatas batasan ideal menurut BKKBN. Umumnya keluarga mempunyai dua atau tiga anak. Tingkat pendidikan ibu tergolong sedang karena pendidikan rata-rata SMA/ sederajat. Ibu kebanyakan tidak bekerja/ibu rumah tangga sehingga perolehan penghasilan umumnya bersumber dari bapak. Pendapatan keluarga rata-rata Rp.1.709.575,-, dimana 32% pendapatan keluarga berada dibawah 1 juta per bulan dengan pendapatan minimal Rp.400.000,- dan tertinggi Rp.6.200.000,- per bulan.

Rata-rata berat badan ibu 53,39 kg. Tinggi badan rata-rata 152,65 cm. Status gizi ibu berdasarkan IMT umumnya normal, 10,6% ibu mempunyai status gizi kurang dan 27,7% status gizi lebih. Asupan protein, zink dan besi ibu berdasarkan AKG: asupan protein kurang sebesar 66,0%, asupan zink baik sebesar 89,0% dan asupan besi baik 57,4%. Kadar zink ASI kurang pada ibu menyusui 57,4% dengan rata-rata zink ASI 1,15 mg/L dan kadar besi baik 53,2% dengan rata-rata besi ASI 0,48 mg/L.

Hubungan antara asupan protein terhadap kadar zink ASI pada ibu menyusui dengan hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,458$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan protein terhadap kadar zink ASI. Hubungan asupan zink terhadap kadar zink ASI diperoleh nilai $p=0,042$ maka dapat disimpulkan ada hubungan antara asupan zink terhadap kadar zink ASI. Hubungan asupan besi

terhadap zink ASI diperoleh nilai $p=0,82$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan antara asupan besi terhadap kadar zink ASI.

Hubungan asupan protein terhadap kadar besi ASI dengan hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,002$ maka dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara asupan protein dengan kadar besi ASI. Hubungan asupan zink terhadap kadar besi ASI diperoleh nilai $p=0,11$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan zink dengan kadar besi ASI. Hubungan asupan besi terhadap kadar besi ASI diperoleh nilai $p=0,006$ maka dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara asupan besi dengan kadar besi ASI.

Pada uji multivariat menganalisis hubungan variabel independen: asupan zink dan umur bayi dengan variabel dependent kadar zink ASI. Pada tahap pemodelan didapat nilai asupan zink $p=0,764$ dan nilai umur bayi $p=0,041$, maka yang bisa dilanjutkan ke analisis multivariat adalah umur bayi. Dapat diambil kesimpulan bahwa yang paling berhubungan dengan kadar zink ASI adalah umur bayi dibanding dengan asupan zink pada tahap pemodelan uji bivariat.

Untuk menganalisis hubungan variabel independen: asupan protein dan besi dengan variabel dependent kadar besi ASI. Pada tahap pemodelan didapat nilai asupan protein $p=0,003$ dan nilai asupan besi $p=0,008$, sehingga kedua protein dan besi dapat dilanjutkan ke analisis multivariat.

Hasil uji analisis multivariat menunjukkan bahwa asupan protein dan besi secara bermakna ($p<0,05$) berhubungan terhadap kadar besi ASI. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi protein adalah 9,804 hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan protein lebih tinggi mempunyai peluang 9,804 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan protein rendah. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi besi adalah 8,132 hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan besi lebih tinggi mempunyai peluang 8,132 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan besi rendah.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa perbedaan kadar zink dan besi ASI sangat berhubungan dengan asupan zat gizi ibu. Untuk itu disarankan agar ibu menyusui harus mempunyai asupan zat gizi yang cukup agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan bayi.

PROGRAM PASCASARJANA ILMU BIOMEDIK
Tesis, Juli 2008

Oleh: Yendrizaral Jafri

Hubungan Asupan Zat Gizi pada Ibu Menyusui Terhadap Kadar Zink dan Besi ASI di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi.

ABSTRAK

Masalah defisiensi zat gizi mikro seperti defisiensi zink (Zn) dan besi (Fe) merupakan masalah kesehatan masyarakat di banyak negara berkembang termasuk di Indonesia yang banyak dialami oleh kelompok rawan gizi seperti ibu menyusui dan bayi. Sementara itu Bank Dunia menemukan bahwa 30% masyarakat di negara berkembang defisiensi zat gizi mikro. Kebutuhan gizi bayi 0-6 bulan diperoleh melalui ASI sehingga produksi ASI yang cukup baik jumlah dan kualitasnya sangat menentukan terhadap pertumbuhan bayi. Upaya perbaikan gizi pada bayi 0-6 bulan hanya dapat dilakukan melalui perbaikan gizi ibunya. Berdasarkan hal tersebut maka ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi.

Tujuan penelitian ini mengungkap hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1-6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan pada bulan April sampai Juli 2008. Disain penelitian adalah "*Cross Sectional*" dengan jumlah sampel 47 orang. Pengambilan sample secara *Simple Random Sampling*. Data karakteristik subjek penelitian didapatkan dengan kuesioner, asupan zat gizi ibu dengan *Food Frekuensi Semi Kuantitatif* (FFQ) dan analisis kadar zink ASI dan kadar besi ASI dilakukan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara asupan zat gizi zink terhadap kadar zink ASI dan antara asupan zat gizi protein, besi terhadap kadar besi ASI dengan nilai $p < 0,05$. Sedangkan pada uji regresi logistik menunjukkan bahwa asupan zat gizi protein dan besi secara signifikan ($p < 0,05$) berhubungan kadar besi ASI. Tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan zat gizi protein dan besi terhadap kadar zink ASI dengan nilai $p > 0,05$. Tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan zat gizi zink terhadap kadar besi ASI dengan nilai $p > 0,05$.

Kesimpulan penelitian ini bahwa perbedaan kadar zink dan besi ASI sangat berhubungan dengan asupan zat gizi ibu. Untuk itu disarankan agar ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat hubungan asupan zat gizi mikro terhadap kadar ASI dengan metode eksperimen.

**Postgraduate of Biomedic Science Program
Andalas University Padang
Thesis, July 2008**

Yendrizaral Jafri

The association intake of essence of the suckle to concerning of zink and iron conscentration milk of mother in the district of Mandiangin Koto Selayan of Bukittinggi.

ABSTRACT

The deficiencies micro essence insignificant zink and iron deficiencies that is health problem in the many cociety of developing countries including in Indonesia which experienced of many gristle groups of essence like mother suckle and baby. Meanwhile the world Bank find out that 30% society of developing countries has deficiencies of micronutrient. The requirement to the baby 1-6 month that obtained through the milk of mother so that produce of milk of mother which is good enoughness of quantity and quality that is very determine to growth of baby.

The purpose of this research to find out the association intake of essence protein zink and iron at the mother suckle 1-6 months to wards of zink and iron conscentration in milk of mother. The research is done in the district of Mandiangin Koto Selayan in April until July 2008. Designing research "Cross Sectional" with amount of sample was 47 people. Intake of sample by simple Random Sampling. The characteristic data of subject got by kuesioner, intake nutrition of mother with quantitative semi food frequency (FFQ) and analysis of value zink and iron in milk of mother done with method of AAS (Atomic Absorption Spectrofotometer).

The result of research in showing that there in relation which significant between essence of zink towards zink milk of mother conscentration and between intake of essence protein, iron towards the iron milk of mother conscentration with level $p < 0,05$. While at test of logistic regresi showed that intake of essence protein and iron significant ($p < 0,05$) correlate iron conscentration of milk of mother. There is no relation between essence of protein and iron towards zink conscentration of milk of mother with level $p > 0,05$. There is no relation between intake of essence zink towards iron conscentration of milk of mother with level $p > 0,05$.

Conclusion of this research that difference of zink and iron value of milk of mother has relation with intake of nutrition mother. Is for that suggested to mather suckle must have good essence status so that can yield milk of mother in optimalness to fulfill requirement of baby need. Needed further research to see the relation of intake micro essence to wards milk of mother value with experiment method.

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas taufik dan hidayahNya penulis telah dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang berjudul **“Hubungan Asupan Zat Gizi pada Ibu Menyusui Terhadap Kadar Zink dan Besi ASI di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi”**.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih banyak kepada Bapak Dr.dr.Masrul, MSC, SpGK sebagai ketua komisi pembimbing atas saran, arahan dan bimbingannya selama penelitian dan penulisan tesis ini. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Bapak Prof.dr. Nursal Asbiran, PhD sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan saran dan kritik, sehingga tesis ini terwujud.

Kepada Bapak Drs. Erman, Apt, Dipl.Sc dan analis kimia Balai Laboratorium Kesehatan Padang yang telah membantu analisis kadar ASI diucapkan terima kasih. Bantuan dari semua pihak, terutama dari tim penguji tesis, Program Studi Ilmu Biomedik, Program Pascasarjana Unand dan STIKes Perintis sangat dihargai.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil-hasil penelitian yang tuangkan dalam tesis ini akan bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam gizi ibu menyusui dan bayi.

Padang, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	7
1.3. Tujuan penelitian	7
1.4. Hipotesa penelitian.....	8
1.5. Manfaat penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Zink dalam tubuh dan dampak defisiensinya	10
2.1.1. Zink dalam tubuh	10
2.1.2. Zink dalam ASI	11
2.1.3. Metabolisme zink	12
2.1.4. Kebutuhan zink	15
2.1.5. Dampak defisiensi zink	18
2.2. Besi dalam tubuh dan dampak defisiensinya	23
2.2.1. Besi dalam tubuh	23
2.2.2. Besi dalam ASI	25
2.2.3. Metabolisme besi	26
2.2.4. Kebutuhan besi	31
2.2.5. Dampak defisiensi besi	33

2.3. Interaksi zink dan besi	35
2.4. Produksi ASI dan faktor yang mempengaruhinya	36
2.4.1. Produksi ASI	36
2.4.2. Faktor mempengaruhi produksi ASI	37
2.5. Pengaruh asupan terhadap zink dan besi	42
2.5.1. Pengaruh asupan terhadap zink	42
2.5.2. Pengaruh asupan terhadap besi	51
2.6. Review hasil penelitian tentang zink dan besi	57
2.7. Kerangka konseptual penelitian	58

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Desain penelitian	61
3.2. Tempat dan waktu penelitian	61
3.3. Populasi dan sampel	62
3.4. Variabel dan definisi operasional	63
3.5. Alur penelitian	64
3.6. Pengumpulan data	64
3.7. Pengolahan dan analisis data	68

BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Karakteristik responden ibu menyusui	70
4.2. Status gizi ibu menyusui	71
4.3. Asupan zat gizi ibu berdasarkan AKG	73
4.4. Kadar zat dalam ASI	73
4.5. Hubungan asupan terhadap kadar zat dalam ASI	74
4.6. Hasil uji analisis multivariat	77

BAB V PEMBAHASAN

5.1. Karakteristik ibu menyusui	79
5.2. Hubungan asupan protein terhadap kadar zink ASI	80
5.3. Hubungan asupan protein terhadap kadar besi ASI	82

5.4. Hubungan asupan zink terhadap kadar zink ASI	83
5.5. Hubungan asupan zink terhadap kadar besi ASI	85
5.6. Hubungan asupan besi terhadap kadar zink ASI	86
5.7. Hubungan asupan besi terhadap kadar besi ASI	86
5.8. Hubungan status gizi ibu terhadap kadar zink ASI	89
5.9. Hubungan status gizi ibu terhadap kadar besi ASI	90
5.10. Hubungan umur bayi terhadap kadar zink ASI	91
5.11. Hubungan umur bayi terhadap kadar besi ASI	92
5.12. Uji multivariat terhadap kadar besi ASI	93

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	96
6.2. Saran	97

DAFTAR PUSTAKA	98
-----------------------------	----

LAMPIRAN	104
-----------------------	-----



DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Jumlah zink yang ditransfer dari ibu kepada bayi dalam ASI berdasarkan umur bayi	16
2	Kebutuhan fisiologi untuk absorpsi zink berbagai kelompok umur menurut WHO, FNB, IZiNCG	18
3	Kebutuhan besi minimum harian untuk sintesis hemoglobin	33
4	Kadar mineral ASI pada berbagai usia menyusui	42
5	Kandungan zink, dinsitas zink, kandungan pitat & ratio molar pitat-zink pangan	43
6	Absorpsi zink pangan	46
7	Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi zink	46
8	Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi besi	52
9	Reviev hasil penelitian tentang zink dan besi	57
10	Variabel dan definisi oprasional	63
11	Rata-rata karakteristik responden ibu menyusui 1 – 6 bulan	70
12	Distribusi frekuensi karakteristik responden ibu bedasarkan pendidikan dan pekerjaan	71
13	Rerata berat badan, tinggi badan dan status gizi berdasarkan IMT	72
14	Distribusi frekuensi status gizi ibu berdasarkan IMT	72
15	Distribusi Frekuensi dan Rata-rata Asupan protein, zink dan besi ibu berdasarkan AKG	73
16	Distribusi frekuensi kadar zink dan besi ASI	73
17	Hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar zink ASI	74

18	Hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar besi ASI	75
19	Hubungan status gizi, umur bayi terhadap kadar zink ASI	76
20	Hubungan status gizi, umur bayi terhadap kadar besi ASI	76
21	Hasil analisis uji multivariat asupan protein dan besi terhadap kadar besi ASI	78



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Metabolisme zink dalam tubuh manusia	15
2	Jalur metabolisme besi	27
3	Mekanisme pengambilan besi oleh sel epitel usus dan diangkut ke plasma	28
4	Skema kerangka konseptual penelitian hubungan asupan zat gizi ibu menyusui terhadap kadar zink dan besi ASI	60
5	Skema alur penelitian hubungan asupan zat gizi ibu menyusui terhadap kadar zink dan besi ASI	64



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Prosedur penggunaan alat AAS pada pemeriksaan kadar zink dan besi ASI ..	104
2	Hasil analisis data univariat, bivariat dan multivariat	107
3	Permohonan menjadi responden dan <i>Informed Consent</i>	131
4	Instrumen penelitian	133
5	Surat izin pelaksanaan penelitian/survey dari pemerintahan Kota Bukittinggi Kantor Kesatuan Bangsa dan Perlindungan masyarakat	138
6	Surat keterangan lolos kaji etik penelitian	139
7	Surat keterangan selesai penelitian /DPJPP penelitian Puskesmas Mandiangin Kota Bukittinggi	140
8	Surat keterangan selesai pemeriksaan kadar zink dan besi ASI laboratorium Kesehatan Padang	141
9	Surat keputusan komisi pembimbing	142

DAFTAR SINGKATAN

AAS	Atomic absorption spectrofotometer
ACC/SCN	Administrative Committee on Coordination/Sub Committee on Nutrition
AKG	Angka kecukupan gizi
ASI	Air susu ibu
BB/U	Berat badan/umur
BBLR	Bayi berat lahir rendah
d	Perbedaan rerata
DKBM	Daftar komposisi bahan makanan
DKMM	Daftar konversi mentah masak
DKGJ	Daftar konversi gizi makanan jajanan
DKPM	Daftar konversi penyerapan minyak
DURT	Daftar ukuran rumah tangga
DNA	Asam deoksiribonukleat
DCT-1	Divalent Cation Transporter 1
Fe	Besi
f	Frekuensi
FFQ	Food Frekuensi semi Quantitatif
g	Gram
IMT	Indeks masa tubuh
MPASI	Makanan pendamping ASI
mg/L	Mili gram/Liter
mg	Mili gram
ml	Mili liter
mRNA	RNA messenger
n	Ukuran sampel
PB/U	Panjang badan/umur
P	Protein
p	Kemaknaan/nilai
RNA	Asam ribonukleat
RCT	Random control treal
SD	Standar deviasi
s	Simpangan baku
TH 1,2	T helper cell 1,2
TfRs	Transferin reseptor
URT	Ukuran rumah tangga
WHO	World Health Organization
Zn	Zink
ZnT-1,2,3,4	Zink transporter-1,2,3,4
ZnTP-1	Zink transporter protein-1
α	Tingkat kemaknaan
α2M	α2 macroglobulin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang masalah

Studi-studi di banyak negara berkembang mengungkap bahwa penyebab utama terjadinya gizi kurang dan hambatan pertumbuhan pada anak-anak usia 3-15 bulan berkaitan dengan rendahnya pemberian Air Susu Ibu (ASI) dan buruknya praktek pemberian makanan pendamping ASI (Shrimpton, 2001). Di Indonesia hanya 14% bayi mendapat ASI eksklusif sampai usia 5 bulan dan hanya 8% bayi mendapat ASI eksklusif sampai usia 6 bulan (Depkes, 2004).

Masalah defisiensi zat gizi mikro seperti defisiensi zink (Zn) dan besi (Fe) merupakan masalah kesehatan masyarakat di banyak negara berkembang termasuk di Indonesia yang banyak dialami oleh kelompok rawan gizi seperti ibu menyusui dan bayi (ACC/SCN, 2001). Sementara itu Bank Dunia (World Bank, 2006) menemukan bahwa 30% masyarakat di negara berkembang defisiensi zat gizi mikro (40% masyarakat defisiensi besi dan lebih dari 40% anak-anak defisiensi vitamin A). Prevalensi defisiensi zink secara menyeluruh di Indonesia belum diketahui. Prevalensi defisiensi zink skala kecil diketahui berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan di berbagai tempat. Studi di NTT, Lombok, Jabar, dan Jateng oleh Satoto (1999); Hardinsyah, Briawan, Khomsan, dan Retnaningsih (1999) menyatakan prevalensi defisiensi zink pada ibu hamil dan bayi tinggi yaitu 30-90%. Dijkhuizen, Wieringa, West, Muherdiyantiningsih, dan Muhilal (2001) menginformasikan defisiensi zink di Indonesia pada ibu menyusui 25% dan pada bayi 17%. Studi Wijaya (2001) mengungkap defisiensi zink pada bayi 11%,

sedangkan Lind, Lonnerdal, Hans, Djauhari, Rosadi, Ekstrom, dan Persson (2003) mengungkap defisiensi zink pada bayi 6-12 bulan di Indonesia 78%.

Selain defisiensi zink maka anemia gizi besi yang disebabkan defisiensi besi di Indonesia masih tinggi yaitu 61,3% pada anak <6 bulan dan 64,8% pada anak 6-11 bulan (SKRT, 2001). Anemia gizi besi pada bayi dan anak usia dibawah dua tahun (baduta) juga masih tinggi yang ditunjukkan pada beberapa studi. Studi Wijaya (2001) menemukan 61% bayi di Indonesia anemia. Studi Dijkhuizen *et al*, (2001) mengungkap prevalensi anemia pada bayi 57%, Riyadi (2002) mengungkap prevalensi anemia pada anak baduta di Jawa Barat 49%, dan Lind *et al*, (2003) mengungkap prevalensi anemia pada bayi 6-12 bulan 41%. Tingginya prevalensi anemia ataupun defisiensi zink pada bayi dan balita ini harus ditindak lanjuti berdasarkan kajian yang dilakukan WHO (2002) yang mengemukakan bahwa 54% penyebab kematian bayi dan balita dipengaruhi oleh faktor gizi. Sedangkan prevalensi anemia gizi besi pada ibu menyusui secara menyeluruh belum diketahui tetapi diduga hampir sama dengan prevalensi anemia gizi besi pada ibu hamil dengan asumsi ibu hamil akan menjadi ibu menyusui dan tidak adanya program pemberian tablet besi pada ibu menyusui seperti pada ibu hamil. Dijkhuizen *et al*, (2001) menemukan prevalensi anemia pada ibu menyusui 52%. Anemia yang terjadi pada ibu menyusui akan berdampak terhadap kemampuan untuk memproduksi ASI yang cukup dimana cadangan atau jaringan ibu akan dipakai untuk memproduksi ASI sehingga ibu sangat beresiko terhadap terjadinya gizi kurang dan anemia yang lebih berat.

Hubungan asupan zat gizi mikro dan kadar zat gizi mikro dalam ASI sampai saat ini belum konklusif. Beberapa studi menyimpulkan bahwa buruknya asupan zat gizi mikro dan status zat gizi mikro pada ibu mengakibatkan rendahnya kadar zat gizi mikro dalam ASI. Sebaliknya studi lain menyimpulkan tidak ada hubungan asupan zat gizi

mikro pada ibu terhadap kadar zat gizi mikro ASI. Studi Krebs (1985) menyimpulkan bahwa suplementasi zink berpengaruh terhadap kadar zink ASI setelah suplementasi 13 mg zink/hari selama 6 bulan. Hasil yang sama juga diungkap oleh Karra (1989) dengan suplementasi 50 mg/hari selama 34 hari. Sebaliknya studi Nasution (2003) menyimpulkan hal yang berbeda yaitu bahwa tidak ada pengaruh pemberian biskuit fortifikasi 15 mg zink yang diberikan 3 kali seminggu selama 3-5 bulan terhadap kadar zink dalam ASI. Studi Dijkhuizen *et al* (2001) juga menyimpulkan bahwa kadar zink ASI tidak berhubungan dengan zink plasma ibu dan zink plasma bayi.

Studi Salvador dan Latulippe (2003) menyimpulkan bahwa kadar besi dalam ASI tidak berhubungan dengan status besi pada ibu. Studi (Dallman, 1986; Murray, 1978; Siimes, 1984) juga menyimpulkan bahwa kadar besi ASI tidak dipengaruhi oleh status besi ibu. Sebaliknya studi Nasution (2003) menyimpulkan hal yang berbeda yaitu bahwa ada pengaruh pemberian biskuit yang difortifikasi 30 mg besi yang diberikan 3 kali seminggu selama 3-5 bulan terhadap kadar besi dalam ASI. Hasil yang sama juga diungkap dalam studi di India yaitu adanya pengaruh positif ibu yang defisiensi besi terhadap kadar besi ASI (Fransson, Agarwal, Gebre, dan Hambraeus, 2000).

Studi Evawany Aritonang (2007) mengungkap bahwa pemberian mei instan yang difortifikasi mineral (Ca, I, Se, Zn dan Fe) dan vitamin (A, D, E, folat, B6 dan B12) pada ibu menyusui yang diberikan setiap hari selama 4 bulan tidak meningkatkan kadar zink ASI, tetapi meningkatkan kadar besi ASI. Kadar zink ASI secara nyata dipengaruhi oleh konsumsi protein, dan kadar besi ASI secara nyata dipengaruhi oleh konsumsi mie instan fortifikasi dan kadar feritin ibu ($p < 0,05$). Sedangkan pertambahan panjang badan bayi 1,48 cm dan pertambahan berat badan bayi 0,07 kg secara nyata dipengaruhi pemberian mei instan difortifikasi mineral dan vitamin pada ibu menyusui dibanding kelompok

kontrol. Z skor PB/U kelompok perlakuan sebelum intervensi adalah $0,19 \pm 1,37$ dan setelah intervensi $-0,18 \pm 1,04$. Sedangkan z skor PB/U kelompok kontrol sebelum intervensi adalah $0,52 \pm 0,89$ dan setelah intervensi $-0,21 \pm 0,95$. Z skor BB/U kelompok perlakuan sebelum intervensi adalah $0,06 \pm 1,06$ dan setelah intervensi $0,02 \pm 1,02$. Sedangkan z skor BB/U kelompok kontrol sebelum intervensi adalah $0,09 \pm 1,01$ dan setelah intervensi $-0,20 \pm 0,95$.

Kebutuhan gizi bayi yang tercukupi dengan baik dimanifestasikan dengan penambahan berat badan dan panjang badan yang sesuai dengan umurnya. Konsumsi gizi yang tidak cukup baik jumlah dan mutunya akan mengganggu/menghambat pertumbuhan bayi dan defisiensi berbagai zat gizi seperti zink dan besi. Hal lain yang mempengaruhi pertumbuhan bayi adalah morbiditas bayi dimana morbiditas tinggi mengakibatkan bayi sering sakit dengan durasi lama sehingga menghambat pertumbuhan bayi karena asupan makanan menjadi rendah akibat berkurangnya selera makan. Disamping itu adanya penyakit akan mengakibatkan terganggunya absorpsi zat gizi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bayi. Sebaliknya pertumbuhan bayi yang terganggu akan mengakibatkan menurunnya kekebalan yang beresiko terhadap terjadinya infeksi penyakit (UNICEF, 1999).

Kebutuhan gizi bayi 0-6 bulan diperoleh melalui ASI sehingga produksi ASI yang cukup baik jumlah dan kualitasnya sangat menentukan terhadap pertumbuhan bayi. ASI merupakan satu-satunya makanan terbaik bagi bayi sampai berumur 6 bulan karena mempunyai komposisi gizi yang paling lengkap dan ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi bayi selama 6 bulan pertama. Rekomendasi pemberian ASI saja yang dikenal dengan ASI eksklusif sampai 6 bulan didasarkan pada bukti ilmiah tercukupinya kebutuhan bayi dan lebih baiknya

pertumbuhan bayi yang mendapat ASI eksklusif serta menurunnya morbiditas bayi. Sayangnya hanya 39% dari semua bayi di dunia yang mendapat ASI eksklusif (WHO, 2002).

Beberapa peneliti menganalisa perbedaan kecepatan pertumbuhan antara bayi yang disusui dan bayi yang diberi formula selama 1 tahun pertama dan diamati kemudian. Birkbeck (1992) mengukur anak usia 7 tahun yang mendapat ASI sedikitnya 12 minggu dan yang mendapat formula sejak lahir. Hasilnya menyatakan bahwa anak yang mendapat ASI lebih tinggi, tetapi secara statistik tidak nyata ketika dikontrol dengan berat lahir, tinggi orangtua, dan status sosial ekonomi. Selain itu juga dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan kecepatan pertumbuhan usia 3 -12 bulan antara anak yang disusui sedikitnya 2 bulan dan anak yang mendapat formula. Pertumbuhan, infeksi, dan perbedaan efisiensi penggunaan zat gizi mempengaruhi kecepatan penggunaan zat gizi oleh bayi, yang ditentukan oleh status gizi bayi (WHO, 2002).

Upaya perbaikan gizi pada bayi 0-6 bulan hanya dapat dilakukan melalui perbaikan gizi ibunya. Berdasarkan hal tersebut maka ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi. Status gizi ibu ini mempunyai hubungan timbal balik dengan morbiditas ibu. Ibu yang berstatus gizi baik mempunyai daya tahan tubuh yang baik sehingga morbiditas rendah yang ditandai dengan jarangya ibu menderita sakit dengan durasi lama. Sebaliknya bila ibu sering sakit dengan durasi lama dapat menurunkan status gizi ibu (UNICEF, 1999).

Asupan pangan yang kurang berpengaruh terhadap defisiensi zink dan besi sehingga intik pangan yang adekuat merupakan hal penting dalam mencegah defisiensi zink dan besi pada ibu menyusui. Asupan gizi ibu menyusui yang baik menghasilkan ASI

yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi. Selain itu berbagai studi juga membuktikan peranan zink dan besi dalam pertumbuhan linier anak, imunitas, penurunan kematian perinatal, penyakit infeksi dan diare pada anak. Peran zink dalam pertumbuhan terlihat dari interaksi zink dengan hormon dalam proses pembentukan tulang sedangkan adanya besi memungkinkan setiap sel termasuk sel tulang dapat melakukan metabolisme sel dengan baik dimana besi akan mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh sel untuk metabolisme dan menghasilkan energi.

Zink merupakan ion struktural dari membran biologi dan berkaitan erat dengan sintesis protein. Zink berperan dalam ekspresi gen dan fungsi endokrin, mekanisme zink dalam sintesis DNA, RNA dan pembelahan sel. Zink juga berinteraksi dengan hormon yang berperan dalam pertumbuhan tulang seperti somatomedin-c, osteocalcin, testosteron, hormon tiroid dan insulin. Konsentrasi zink dalam tulang sangat tinggi dibanding dalam jaringan lain sehingga merupakan komponen penting dari matriks tulang. Zink juga membantu vitamin D dalam metabolisme tulang melalui stimulasi sintesis DNA dalam sel tulang (Salgueiro, Zuilbilla, Alexis, Lysionek, Cara, Weil, Eng, dan Boccio, 2002).

Berdasarkan masih tingginya prevalensi anemia pada bayi usia 6 bulan, ibu menyusui, belum konklusifnya hubungan asupan gizi mikro dengan kadar gizi mikro dalam ASI dan pentingnya ASI bagi tumbuh kembang bayi serta peranan zink dan besi dalam pertumbuhan bayi, maka perlu diteliti lebih jauh bagaimana hubungan asupan gizi protein, zink dan besi dengan kadar zink dan besi ASI. Banyak peneliti diatas dalam bentuk pemberian suplementasi dan fortifikasi makanan, hanya sedikit sekali yang meneliti melihat hubungan asupan protein, zink dan besi yang konsumsi sehari-hari ibu menyusui dengan kadar zink dan besi dalam ASI. Bertolak dari masalah diatas perlu di

lakukan studi lebih lanjut mengenai bagaimana hubungan asupan protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan Besi ASI.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah tersebut diatas, dapat dibuat perumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimanakah karakteristik responden ibu menyusui 1 – 6 bulan di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi ?
- 1.2.2. Apakah ada hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI ?
- 1.2.3. Apakah ada hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI ?
- 1.2.4. Apakah ada hubungan status gizi berdasarkan IMT Ibu pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI ?
- 1.2.5. Apakah ada hubungan umur bayi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI ?

1.3. Tujuan penelitian

1.4.1. Tujuan umum:

Mengungkap hubungan asupan protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.

1.4.2. Tujuan khusus:

- 1.4.2.1. Diketuinya karakteristik responden ibu menyusui 1 – 6 bulan di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi.

- 1.4.2.2. Mengkaji ada atau tidak hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI.
- 1.4.2.3. Mengkaji ada atau tidak hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI.
- 1.4.2.4. Mengkaji ada atau tidak hubungan status gizi berdasarkan IMT Ibu pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.
- 1.4.2.5. Mengkaji ada atau tidak hubungan umur bayi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.

1.3. Hipotesis penelitian

- 1.3.1. Ada hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI.
- 1.3.2. Ada hubungan asupan zat gizi protein, zink dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI.
- 1.3.3. Ada hubungan status gizi berdasarkan IMT Ibu pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.
- 1.3.4. Ada hubungan umur bayi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.

1.5. Manfaat penelitian

- 1.5.1. Diharapkan dapat menambah informasi dan khasanah pengetahuan berkaitan dengan asupan zat gizi mikro pengaruhnya terhadap kadar gizi mikro dalam ASI bagi masyarakat.

- 1.5.2. Diharapkan dapat memberikan informasi bagi Instansi Dinas Kesehatan maupun Instansi lain dalam menentukan arah kebijakan dan gizi masyarakat terutama untuk anak bayi di masa yang akan datang.
- 1.5.3. Dengan terwujudnya hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan peneliti serta referensi bagi bidang ilmu gizi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Zink dalam tubuh dan dampak defisiensinya

2.1.1. Zink dalam tubuh

Zink terdapat hampir pada semua sistem biologis dengan fungsi yang beragam. Zink adalah unsur ideal yang berperan dalam fungsi pengaturan katalisis, struktural, dan selular. Lebih dari 100 enzim membutuhkan zink untuk fungsi katalisnya. Contoh enzim yang membutuhkan zink adalah oksidoreduktase, transferase, hidrolase, lisase, isomerase, dan ligase. Selain itu juga meliputi RNA polimerase, alkohol dehidrogenase, karbon anhidrase, dan alkalin fosfatase. Peran zink dalam enzim ini adalah sebagai penerima elektron. Proses-proses yang diatur zink adalah ekspresi gen metalotionin, *apoptosis* (kematian sel), dan pengenalan sinaptik (*synaptic signaling*). Peran zink dalam jalur biokimia dan genetik meliputi transkripsi DNA, penerjemahan RNA, dan pembelahan sel (WHO, 1996).

Kandungan zink dalam tubuh orang dewasa berkisar 1,5-2,5 gr dengan rata-rata kandungan tertinggi pada pria. Zink ada pada semua organ, jaringan, cairan, dan sekresi tubuh. Kebanyakan zink ada dalam massa bebas lemak yaitu 30 mg Zn/kg jaringan dimana lebih dari 95% adalah intracellular. Bila total kandungan zink tubuh berkurang karena deplesi, hilangnya zink ini tidak sama pada semua jaringan. Zink pada otot skeletal, kulit dan jantung dipertahankan sedangkan zink pada tulang, hati, testes, dan plasma berkurang. Tidak diketahui tanda-tanda tertentu apa dari jaringan yang melepaskan zink dan yang menahan zink ketika terjadi deplesi.

Diduga tulang berperan sebagai cadangan pasif karena zink menjadi tersedia selama *turnover* normal jaringan tulang. Cadangan pasif zink ini lebih penting pada individu yang bertumbuh karena *turnover* tulang yang lebih aktif (Brown, Wuehlers, dan Peerson, 2001).

2.1.2. Zink dalam ASI

Kadar zink ASI tinggi pada waktu lahir dan menurun selama laktasi. Pada kolostrum kadar zink tinggi (>10 mg/liter). Kadar zink dalam ASI mature adalah 0,2-0,5 mg/100 ml. Pada usia 1, 3, dan 12 bulan kadar zink berturut-turut adalah 3-4 mg/liter; 1-1,5 mg/liter; dan 0,5mg/liter. Kadar zink plasma pada bayi yang disusui sama dengan kadar zink plasma orang dewasa. Studi Zimmerman dan Hambidge (1980) menemukan adanya perbedaan kadar zink dalam ASI ibu di perkotaan India yang berpendapatan rendah dan ibu berpendapatan tinggi dimana kadar zink ASI lebih tinggi pada ibu berpendapatan tinggi. Ada dua mekanisme dalam kelenjar payudara yang mengatur kadar zink dalam ASI yaitu pada saat pengambilan zink dari serum oleh sel epitel payudara dan pada saat sintesis atau sekresi ASI dari kelenjar payudara. Transporter (pengangkut) zink yang terdapat pada membran plasma sel mempengaruhi metabolisme zink (Cousins dan Mahon, 2000).

Zink dalam serum diangkut oleh α_2 macroglobulin (α_2M) dan serum albumin walaupun serum albumin mengikat zink tidak secara spesifik. Karena α_2M mengikat 4 atom zink dengan afinitas tinggi diduga protein ini berperan mengantar zink ke sel epitel payudara. Terikatnya α_2M pada sel epitel payudara spesifik dan jenuh menunjukkan adanya mekanisme yang diperantarai reseptor. mRNA untuk α_2M reseptor ada dalam sel payudara yang menunjukkan mekanisme membawa zink ke sel epitel payudara. Pada tikus dengan asupan zink rendah, zink pada kelenjar payudara tidak berpengaruh terhadap

zink ASI. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi ibu defisiensi zink atau asupan zink terbatas ada pengaturan kadar zink ASI. Hal ini dimungkinkan oleh reseptor $\alpha 2M$ ibu yang terlibat dalam pengaturan ini. Beberapa transporter zink adalah zink transporter-1 (ZnT-1), zink transporter-2 (ZnT-2), zink transporter-3 (ZnT-3), zink transporter-4 (ZnT-4), dan *Divalent Cation Transporter 1* (DCT-1)

ZnT-1 adalah perantara penyelamat untuk mengatur sel dalam kondisi zink ekstraselular sangat tinggi sehingga berperan sebagai eksportir. ZnT-1 ada dalam berbagai jaringan seperti usus (duodenum dan jejunum), ginjal dan hati. Regulasi ZnT-1 mRNA dan protein ZnT-1 tidak berubah dengan perubahan tingkat zink pangan bila suplemen zink tunggal secara oral diberikan. ZnT-2 dan ZnT-3 berfungsi mengangkut zink vesicular dalam jaringan tertentu. ZnT-2 terdapat pada usus, ginjal, dan testis. Distribusi ZnT-3 terbatas pada otak dan testis yang berperan dalam fungsi neurodegeneratif. ZnT-4 banyak terdapat dalam kelenjar payudara dan berkaitan dengan sekresi zink ke ASI. DCT-1 disebut juga Nramp2 yang penting untuk absorpsi besi. Asupan besi yang rendah meningkatkan absorpsi zink di usus. Oleh karena itu pengaturan DCT-1 dalam respon status besi yang rendah tetapi tanpa tambahan besi dalam lumen usus dapat menyebabkan lebih banyak zink untuk diabsorpsi karena afinitas kationnya sama (Cousins dan Mahon, 2000).

2.1.3. Metabolisme zink

Zink dilepaskan dari makanan sebagai ion bebas pada proses pencernaan. Ion zink bersifat hidrofilik dan tidak dapat melewati membran sel secara difusi pasif. Zink diabsorpsi dalam tubuh melalui usus. Zink diangkut ke enterosit dengan mekanisme pembawa spesifik. Dengan asupan tinggi, zink diabsorpsi dengan jalur paraseluler pasif. Walaupun albumin adalah pengangkut zink utama dalam plasma, beberapa protein dan

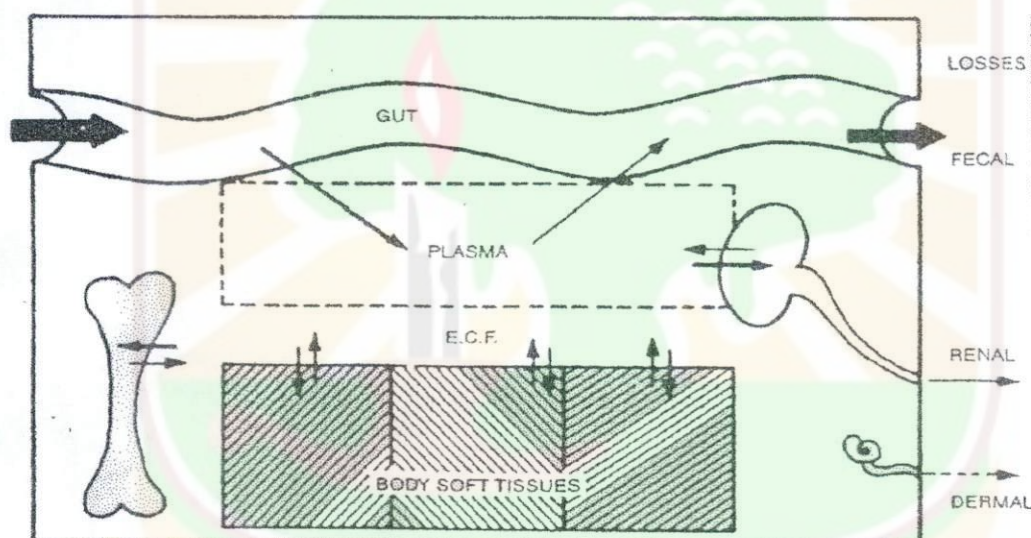
asam amino dapat mempengaruhi pengantaran zink ke sel. Zink diangkut dalam plasma dan berikatan dengan albumin, α_2 macroglobulin dan oligopeptida. Pengangkut spesifik lain seperti protein 1 pengangkut Zn (ZnTP-1) memfasilitasi lewatnya zink melalui membran basolateral enterosit ke sirkulasi darah portal. Sistem portal membawa zink yang diabsorpsi secara langsung ke hati yang diambil secara cepat dan dilepaskan ke dalam sirkulasi sistemik untuk dibagi ke jaringan lain. Zink dapat berganti menuju plasma atau keluar dari plasma dalam waktu 3 hari. Sekitar 90% cadangan zink tubuh bergerak lambat sehingga tidak siap tersedia untuk metabolisme. Banyaknya cadangan zink sensitif terhadap jumlah zink yang diabsorpsi dari diet sehingga suplai pangan yang tetap, penting dalam memenuhi kebutuhan zink untuk pengaturan dan pertumbuhan. Kurang dari 0,2% dari total kandungan zink tubuh bersirkulasi dalam plasma dengan konsentrasi rata-rata 15 $\mu\text{mol/dl}$. Selama 24 jam diperkirakan $1/4 - 1/3 (\pm 450 \text{ mg})$ total zink tubuh berubah dialiran darah dan jaringan lain (Hotz dan Brown, 2004).

Sebagian zink keluar dari tubuh melalui urine, darah haid, mani, kulit, kuku, dan rambut walaupun jumlah yang keluar ini lebih kecil dibanding ekskresi gastrointestinal seperti ekskresi melalui usus. Keluarnya zink melalui saluran gastrointestinal adalah setengah dari semua zink yang keluar dari tubuh. Jumlah zink yang disekresi ke intestine dari pankreas ($\pm 3-5 \text{ mg}$) berasal dari pangan, sekresi empedu dan usus yang mengandung zink. Total sekresi zink gastrointestinal endogenus dapat melebihi jumlah yang dikonsumsi dalam pangan. Zink yang disekresi ke intestine diabsorpsi kembali dan proses ini merupakan titik penting regulasi keseimbangan zink. Rute lain ekskresi zink adalah melalui urine yaitu 15% dari total zink yang keluar dari tubuh, deskuamasi sel epitel, keringat, mani, rambut, dan darah haid, yang semuanya diperkirakan 17% dari total zink keluar. Keluarnya zink melalui urine dipengaruhi oleh status zink yang terjadi bila

pangan sangat dibatasi dalam periode lama. Ekskresi zink melalui feses juga meningkat saat diare sehingga riskan terhadap defisiensi zink dan infeksi. Secara umum jumlah zink endogenus yang diekskresikan melalui feses adalah total zink yang diabsorpsi. Ekskresi feses dari zink endogen menurun bila asupan zink pangan berkurang atau tingginya kebutuhan karena pertumbuhan atau laktasi. Bila zink pangan berkurang terjadi keseimbangan zink negatif selama beberapa waktu sebelum keseimbangan zink ditetapkan pada level terendah. Keseimbangan zink negatif ini akan mengakibatkan berkurangnya cadangan zink dimana jumlah yang keluar ini bergantung pada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan zink. Rata-rata zink yang hilang setiap hari dari haid adalah 5 μg bila ekskresi haid 60 gr dengan kadar zink 2,8 $\mu\text{g}/\text{gr}$ darah haid atau 154 μg setiap periode haid. Zink endogen yang hilang dari intestine dan bukan intestine adalah 1,06 mg/hari (WHO, 1996).

Sekitar 70% zink dalam sirkulasi berikatan dengan albumin yang mempengaruhi terhadap kadar zink serum. Kadar zink serum menurun saat hamil akibat peningkatan volume plasma. Zink serum juga menurun karena *hypoalbuminemia* akibat penuaan dan KEP (Kurang Energi Protein). Kadar zink juga dipengaruhi kondisi yang mempengaruhi pengambilan oleh jaringan. Infeksi, trauma akut, dan stres akan meningkatkan sekresi kortisol dan sitokin seperti interleukin yang memperbesar pengambilan zink jaringan sehingga menurunkan kadar zink serum. Selama puasa zink serum meningkat akibat pelepasan oleh otot saat katabolisme. Zink serum juga menurun dengan perubahan hormonal dan *uptake* jaringan dari peredaran zat gizi melalui metabolisme energi. Walaupun zink serum hanya 0,1% dari total zink tubuh, sirkulasi *turnover* zink sangat cepat (150 kali per hari) untuk memenuhi kebutuhan jaringan (Lonnerdal, 1984).

Kadar zink dalam jaringan otot dan hati 50 kali lebih besar dibanding dalam plasma sehingga perbedaan kecil pengambilan dan pelepasan zink dari jaringan ini berdampak terhadap kadar zink plasma. Berdasarkan hal ini kadar zink plasma tidak menunjukkan total simpanan zink tubuh dalam semua keadaan individu. Sebagai contoh pelepasan zink dari jaringan otot karena katabolisme saat starvasi bersifat sementara yang terlihat dengan meningkatnya zink plasma. Sebaliknya konsumsi pangan yang standar atau glukosa saja akan menurunkan konsentrasi zink plasma bahkan meskipun asupan zink pangan dan cadangan jaringan cukup (Brown *et al*, 2001).



Gambar 1. Metabolisme zink dalam tubuh manusia
Sumber: King (1999)

2.1.4. Kebutuhan zink

Pada anak yang sedang tumbuh dan wanita hamil, jumlah zink memperhitungkan total kebutuhan fisiologis. Pada ibu menyusui, zink yang ditransfer dalam ASI ditambahkan untuk kebutuhannya.

2.1.4.1. Kebutuhan saat laktasi

Zink yang ditransfer dari ibu ke bayi dalam ASI ditambahkan pada kebutuhan fisiologi ibu menyusui untuk zink yang diabsorpsi. Jumlah ini memperkirakan rata-rata volume ASI yang ditransfer ke bayi dengan kadar zink ASI pada periode yang berbeda-beda setelah melahirkan. Komite pangan dan gizi Amerika mengukur volume ASI ibu di Amerika pada tahun pertama setelah melahirkan adalah 0,78 L/hari dengan kadar zink ASI pada 4 minggu adalah 2,75 mg/L, pada 8 minggu adalah 2 mg/L, pada 12 minggu adalah 1,5 mg/L, dan pada 24 minggu adalah 1,2 mg/L. Berdasarkan hal ini maka dibutuhkan tambahan zink 1,4 mg/hari pada 0-3 bulan, 0,8 mg/hari pada 3-6 bulan, dan 0,5 mg/hari setelahnya. Berdasarkan periode menyusui yang lebih lama pada wanita di negara berkembang daripada wanita di Amerika dan volume ASI yang berbeda menurut umur bayi, IZiNCG memperkirakan zink yang ditransfer ke ASI berdasarkan ASI pada wanita di negara berkembang seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jumlah zink yang ditransfer dari ibu kepada bayi dalam ASI berdasarkan umur bayi

Kelompok umur (bulan)	Volume ASI (ml/hari) *	Kadar zink (mg/100 ml)**	Jumlah zink (mg/hari)
0-2	714	0,230	1,64
3-5	784	0,135	1,06
6-8	776	0,120	0,93
9-11	616	0,120	0,74
12-23	549	0,120	0,66

Sumber : * Brown, *et al* (1998) **FNB/IOM (2002)

2.1.4.2. Kebutuhan bayi 0-6 bulan

Kebutuhan zink untuk bayi usia 0-6 bulan adalah 3 mg dan untuk bayi usia 6-12 bulan adalah 5 mg. Berdasarkan teori dan didukung bukti eksperimental dikemukakan bahwa bayi yang mendapat ASI eksklusif akan tercukupi kebutuhan akan zink selama 5-6

bulan. Pada bayi 0-6 bulan kebutuhan zink dapat tercukupi dengan mobilisasi cadangan di hati yang terakumulasi sejak kehamilan sehingga ada modifikasi kebutuhan bayi terhadap zink yang diabsorpsi dari pangan. Oleh karena itu jika pengenalan makanan pendamping ASI (MPASI) setelah 6 bulan terlambat diberikan atau jika MPASI yang diberikan tidak mengandung zink yang dapat diabsorpsi dalam jumlah cukup, maka bayi beresiko terhadap defisiensi zink. Studi bayi sehat yang disusui eksklusif di Amerika menemukan tidak ada perbedaan pola pertumbuhan bayi 4-6 bulan yang mendapat suplemen zink atau plasebo. Hal ini berarti bahwa asupan zink dari ASI dan suplemen zink berkontribusi dengan cadangan zink, sehingga cukup untuk mengatur pertumbuhan normal. Disisi lain peneliti Eropa menemukan bahwa pada bayi imigran 4-9 bulan meningkat pertumbuhannya dengan suplementasi zink 5 mg/hari selama 3 bulan dimana bayi tidak disusui eksklusif. Hal ini disebabkan karena pangan dengan densitas zink rendah telah mengganti ASI sehingga mempengaruhi absorpsi zink dari ASI (ACC/SCN, 1991).

Total zink yang ditransfer ke ASI berkurang dari 2,5 mg/hari pada bulan pertama menjadi 0,8 mg/hari pada bulan keenam. Berdasarkan rata-rata zink yang ditransfer ke ASI 0-5 bulan, komite pangan dan gizi menetapkan 2 mg/hari sebagai asupan zink yang cukup bagi bayi 0-5 bulan. Sebaliknya WHO memperkirakan kebutuhan zink fisiologi bayi dengan ekstrapolasi data dari orang dewasa yang berkaitan dengan kecepatan metabolisme dan tambahan zink untuk jaringan baru sehingga diperkirakan kebutuhan untuk zink absorpsi 0,7-1,3 mg/hari pada bayi 0-5 bulan bergantung pada umur dan jenis kelamin. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa ASI adalah sumber zink yang cukup untuk bayi yang disusui eksklusif, berat lahir normal sampai berusia 6 bulan. Pada bayi yang tidak disusui eksklusif, kebutuhan bayi diperkirakan 1,3 mg/hari pada 3 bulan

pertama dan 0,7 mg/hari pada usia 3-5 bulan. Meskipun sangat sedikit informasi kebutuhan zink pada bayi berat lahir rendah (BBLR) karena prematur atau hambatan pertumbuhan janin, bayi BBLR mempunyai kebutuhan zink lebih tinggi daripada bayi berat lahir normal karena terbatasnya cadangan hati saat lahir dan tingginya kecepatan pertumbuhan setelah lahir. Beberapa peneliti menemukan bahwa bayi BBLR meningkat pertumbuhannya setelah suplementasi zink 2-5 mg/hari.

Tabel 2.2 Kebutuhan fisiologis untuk absorpsi zink berbagai kelompok umur menurut WHO, FNB, IZiNCG

WHO			FNB			IZiNCG		
Umur, Sex	Berat (Kg)	Kebut. fisiologis (mg/hr)	Umur, sex	Berat (kg)	Kebut. fisiologis (mg/hr)	Umur, sex	Berat (kg)	Kebut. fisiologis (mg/hr)
6-12 bln	9	0,84	7-12 bln	9	0,84	6-11 bln	9	0,84
1-3 thn	12	0,83	1-3 thn	13	0,74	1-3 thn	12	0,53
15-18 th P	55	1,54	14-18 th P	57	3,02	14-18 th P	56	1,98
Laktasi	-	2,89	Laktasi	-	4,92,	Laktasi	-	2,98
			0-3 bln		3,82,			
			3-6 bln		4,52			
			6-12 bln	-			-	

Sumber : WHO (1996) FNB/IOM (2002)

2.1.5. Dampak defisiensi zink :

2.1.5.1. Fungsi imunitas dan resiko infeksi

Zink mempengaruhi fungsi imun spesifik dan non spesifik pada berbagai level. Dampak defisiensi zink terhadap fungsi imun diperantarai melalui pelepasan glukokortikoid, penurunan aktivitas thymulin, dan antioksidan. Dalam bentuk imunitas nonspesifik, defisiensi zink mempengaruhi integritas hambatan epitel, fungsi netrophil, sel pembunuh alami, monosit dan macrophag. Dengan imunitas spesifik, defisiensi zink mengakibatkan terjadinya lymphopenia dan penurunan fungsi lymphocyte sehingga

mengganggu keseimbangan *T helper cell* (TH1 dan TH2) dan produksi cytokine. Walaupun telah banyak diketahui efek zink terhadap fungsi imunitas melalui percobaan hewan, beberapa studi juga telah menunjukkan bahwa status zink dapat mempengaruhi kompetensi imunitas pada orang dewasa. Sebagai contoh lansia di negara berpendapatan tinggi yang menerima zink suplemen menunjukkan perbaikan dalam gangguan *hipersensitif cutaneous*, jumlah T sel, dan serum antibodi IgG yang merespon tetanus toksoid. Studi lain adanya defisiensi zink ringan pada orang dewasa mengakibatkan penurunan serum thymulin, aktivitas IL-2 dan penurunan lymphocyt tertentu saat deplesi zink. Keadaan ini kembali normal pada saat dilakukan replasi (penggantian) zink (WHO, 1996).

2.1.5.2. Diare

Beberapa studi telah menunjukkan adanya penurunan insiden dan durasi diare akut dan persisten pada anak yang mendapat suplementasi zink dibanding yang tidak mendapat zink. Suplementasi zink yang dikontrol secara acak pada negara berpendapatan rendah di Amerika Latin dan Karibia, Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Pasifik Barat menunjukkan penurunan insiden diare 18% dan penurunan prevalensi diare 25%. Selain itu beberapa uji klinis menyimpulkan bahwa zink suplemen mengurangi durasi dan *severity* diare pada anak-anak. Selain itu studi metabolik menunjukkan adanya kehilangan zink feses yang berlebihan selama diare sehingga perlu untuk menambah zink suplemen dalam pengobatan diare. Hal ini disebabkan karena diare mengakibatkan tingginya kehilangan zink endogen dari usus dan zink feses sehingga kebutuhan akan zink meningkat (Black. R, 2001).

2.1.5.3. Infeksi saluran pernapasan

Analisis untuk mengetahui respon suplementasi zink di India, Jamaika, Peru dan Vietnam menunjukkan adanya pengurangan 41% insiden pneumonia pada anak-anak yang mendapat suplementasi zink (WHO, 1996).

2.1.5.4. Mortalitas

Studi dampak suplementasi zink terhadap mortalitas masih terbatas. Suplementasi zink harian (1-5 mg/hari selama 15-30 hari, 5 mg/hari selama 30 hari, dan diteruskan sampai 269 hari) secara nyata mengurangi mortalitas 67% dibanding kelompok kontrol yang tidak mendapat suplemen zink. Studi lain di Burkina Faso juga menunjukkan bahwa mortalitas akibat berbagai penyebab, berkurang lebih dari 50% pada kelompok yang mendapat suplemen zink walaupun perbedaan ini secara statistik tidak nyata (Black, 2001).

2.1.5.5. Pertumbuhan dan perkembangan

Zink merupakan ion struktural dari membran biologi yang berkaitan erat dengan sintesis protein. Zink berperan dalam ekspresi gen dan fungsi endokrin, mekanisme zink dalam sintesis DNA, RNA dan pembelahan sel. Zink juga berinteraksi dengan hormon yang berperan dalam pertumbuhan tulang seperti somatomedin-c, osteocalcin, testosteron, hormon tiroid dan insulin. Konsentrasi zink dalam tulang sangat tinggi dibanding dalam jaringan lain sehingga merupakan komponen penting dari matriks tulang. Zink juga membantu vitamin D dalam metabolisme tulang melalui stimulasi sintesis DNA dalam sel tulang. Selain itu zink dapat mempengaruhi pengendalian selera (*appetite*) dengan peran langsungnya di sistem saraf pusat yaitu *responsive reseptor* terhadap neurotransmitter sehingga dapat mempengaruhi asupan pangan yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan (Salgueiro *et al*, 2002).

Berdasarkan peran zink dalam replikasi DNA, transkripsi RNA, fungsi endokrin dan jalur metabolik maka zink mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan. Metaanalisis dari 25 studi klinis terkendali dampak suplementasi zink terhadap pertumbuhan anak sangat nyata terhadap tinggi badan dengan rata-rata 0,22 SD, tetapi dampak ini hanya terlihat pada kelompok yang z skor TB/U awalnya < -2 , sedangkan kelompok yang z skornya > -2 dampak ini tidak terlihat. Hal ini menunjukkan bahwa respon pertumbuhan lebih besar pada anak-anak dengan z-skor rendah BB/U dan TB/U. Pada studi anak *stunted* dampak suplementasi zink menghasilkan rata-rata z skor TB/U 0,49 SD. Pada beberapa studi suplementasi zink dampak terhadap pertumbuhan lebih besar pada laki-laki daripada wanita, tetapi penemuan ini tidak konsisten pada studi lain yang mengidentifikasi dampak suplementasi zink. Laki-laki mempunyai persentase otot yang lebih tinggi daripada lemak dibanding pada wanita sehingga mempunyai kandungan zink lebih tinggi. Berdasarkan hal ini maka kecepatan pertumbuhan laki-laki secara umum lebih tinggi daripada wanita sehingga kebutuhan zink laki-laki juga lebih tinggi. Dampak suplementasi zink terhadap perubahan berat secara negatif berhubungan dengan rata-rata zink plasma. Pada studi dengan rata-rata zink plasma rendah ($< 80 \mu\text{g/dl}$) dampak suplementasi zink terlihat besar. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa dampak suplementasi zink terhadap pertumbuhan anak dapat disebabkan karena dampak langsungnya terhadap sintesa asam nukleat dan protein, hormon yang berperan dalam pertumbuhan, dampak terhadap selera, ataupun resiko infeksi (Salgueiro *et al*, 2002).

2.1.5.6. Bayi berat lahir rendah (BBLR)

Bayi dengan berat lahir rendah (kurang dari 2500 gr) rawan terhadap defisiensi zink. Dua studi bayi berat lahir rendah yang dilakukan di negara berpendapatan rendah menunjukkan penambahan berat badan yang meningkat pada kelompok yang mendapat

suplemen zink. Hal ini menunjukkan bahwa defisiensi zink pada BBLR mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan. Castilo, Vial, dan Uauy (1988) menyatakan adanya kenaikan pertumbuhan pada bayi BBLR di Chili tetapi tidak demikian pada bayi BBLR di Brazil dimana hal ini kemungkinan disebabkan suplemen zink 5 mg/hari diberikan hanya dalam periode pendek (8 minggu). Pada studi bayi prematur di Canada dengan berat lahir sangat rendah didapati bahwa kenaikan pertumbuhan linier hanya pada bayi wanita yang mendapat zink suplemen.

2.1.5.7. Kurang gizi berat pada bayi dan anak-anak

Studi suplementasi zink (1,6-9,8 mg/kg berat badan) pada anak gizi buruk di Jamaika selama 2 minggu meningkatkan pertambahan berat badan dan sintesis jaringan dibandingkan anak yang tidak mendapat suplementasi. Di Bangladesh pertambahan berat badan tertinggi terjadi pada anak gizi buruk yang mendapat suplemen zink 10 mg/kg berat badan/ hari sampai maksimum 50 mg/hari selama 3 minggu saat rehabilitasi gizi. Hal ini menunjukkan bahwa defisiensi zink pada bayi dan anak-anak yang kurang gizi berat mengakibatkan terhambatnya sintesis jaringan dan pertambahan berat badan (Brown *et al*, 2001).

2.1.4.8. Fungsi *neurobehavioral*

Beberapa studi membuktikan bahwa defisiensi zink berkontribusi terhadap fungsi *neurobehavioral* pada bayi dan anak-anak. Studi bayi dengan berat lahir sangat rendah menunjukkan adanya perbaikan skor perkembangan pada anak yang mendapat zink suplemen. Suplementasi zink pada bayi di Guatemala menunjukkan *milestone* motorik tidak terpengaruh tetapi pola aktivitas diperbaiki dengan suplementasi zink. Studi pada anak 1 tahun di India juga menunjukkan bahwa suplemen zink + vitamin menghasilkan tingkat aktivitas tertinggi daripada suplemen vitamin saja. Studi anak usia sekolah di

China juga menunjukkan perbaikan uji neuropsikologi dengan suplementasi zink dimana perbaikan tertinggi didapati bila zat gizi mikro lain juga diberikan (Lonnerdal, 1984).

2.1.4.9. Selera (*Appetite*)

Defisiensi zink berkaitan dengan berkurangnya selera yang dapat berkontribusi terhadap defisiensi gizi lainnya. Berkurangnya asupan pangan diobservasi pada awal deplesi zink, dan tanda-tanda *anorexia* pada orang yang defisiensi zink klinis (WHO, 1996).

2.2. Besi dalam tubuh dan dampak defisiensinya

2.2.1. Besi dalam tubuh

Besi adalah unsur penting dalam metabolisme semua makhluk hidup. Kompleks besi-belerang dari akonitase dalam siklus krebs berkaitan dengan kandungan besi dalam sel untuk produksi energi melalui fosforilasi dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Besi adalah bagian dari heme yang mengangkut elektron dalam sitokrom. Besi membentuk hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Molekul hemoglobin dalam sel darah merah mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel dan mengambil karbondioksida dari sel ke paru-paru untuk diekskresikan. Selain itu besi digunakan sebagai bagian dari banyak enzim, beberapa protein, dan senyawa penting lain dimana sel-sel menggunakannya untuk produksi energi. Besi juga diperlukan untuk fungsi kekebalan dan berperan dalam jalur detoksifikasi racun dalam hati. Besi dalam tubuh banyak terdapat dalam hemoglobin dari sel darah merah. Sebagian besi disimpan dalam sum-sum tulang sedangkan sebagian kecil ada dalam hati untuk disimpan. Bila besi diperlukan dapat diambil dari simpanan tubuh dan bila intik pangan tidak cukup, simpanan besi ini akan didepleksikan. Bila pangan dan simpanan tubuh tidak dapat

mensuplai besi yang diperlukan untuk membentuk hemoglobin maka jumlah sel darah merah akan berkurang dalam aliran darah dan kadar hemoglobin darah akan rendah. Bila sel darah merah berkurang (hematokrit) dan hemoglobin rendah dikatakan defisiensi besi. Sedangkan defisiensi berat dikatakan bila hemoglobin dan hematokrit sangat rendah sehingga oksigen yang dibawa ke dalam aliran darah berkurang. Seseorang dikatakan anemia bila kapasitas membawa oksigen dari darah berkurang (Walter, 2003)

Wanita mempunyai 35-50 mg besi/kgBB. 60% dari besi tubuh adalah hemoglobin (95% terdiri dari protein sel darah merah), 4% dari besi tubuh adalah mioglobin (1% merupakan protein otot yang menyimpan oksigen). Berdasarkan hal ini maka 64% besi tubuh merupakan protein yang mengangkut dan menyimpan oksigen. 5-30% dari besi tubuh adalah feritin yang mengandung 24 polipeptida dengan berat molekul 24000. Jumlah besi bervariasi menurut berat badan, konsentrasi hemoglobin, jenis kelamin, dan cadangan besi. Bagian terbesar besi ada dalam hemoglobin. Banyaknya cadangan besi dalam bentuk feritin dan hemosiderin juga dipengaruhi jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, dan kehilangan besi karena pendarahan atau kehamilan, ataupun besi dengan kapasitas berlebih (*over loading*) karena hemochromatosis. Cadangan besi jaringan terdiri dari mioglobin dan sebagian kecil dalam enzim (Stoltzfus, 2003).

Senyawa yang mengandung besi dalam tubuh ada 2 yaitu besi fungsional (untuk fungsi metabolik/enzimatik) dan simpanan besi (untuk mengangkut dan menyimpan besi). 2/3 dari total besi tubuh adalah besi fungsional yang banyak dalam bentuk hemoglobin untuk sirkulasi sel darah merah. 15% besi fungsional adalah enzim yang mengandung mioglobin dan besi lain. 1/3 total besi tubuh pada laki-laki ada dalam bentuk simpanan besi sedangkan pada wanita hanya 1/8. Besi simpanan ada dalam 2 bentuk yaitu feritin dan hemosiderin. 2 subunit feritin terdiri dari isoferitin jantung dan

isoferitin hati. Setengah lainnya dari simpanan besi dalam hati dibuat dari hemosiderin. Hemosiderin akan bereaksi dengan antibodi menjadi feritin (Yip dan Dallman, 1996).

Besi banyak terdapat pada bayam, kerang, hati, dan kacang polong. Total kandungan besi dalam pangan dan densitas gizi merupakan pertimbangan dalam memilih pangan selain jumlah pangan yang dikonsumsi dan bioavailabilitasnya. Bayam kaya akan besi tetapi tubuh hanya mengabsorpsi sangat sedikit karena bentuk besinya adalah non heme. Besi yang ada dalam bentuk suplemen besi diabsorpsi dengan baik seperti besi pada pangan hewani (Packard, 1982).

2.2.2. Besi dalam ASI

Rata-rata kadar besi dalam ASI *mature* berkisar 0,2-0,9 mg/liter (Casey, 1989). Kadar besi dalam susu sapi berkisar 0,05 mg/100 gr susu, sedangkan dalam ASI 0,03 mg/100 ml susu. Kadar tertinggi terdapat pada awal penyusuan yaitu 0,04 mg/100 ml, dan akan berkurang selama 6-8 minggu pertama (Picciano dan Guthrie, 1986).

Sel menggunakan transferin reseptor (TfRs) dalam mengatur kadar besi selular sehingga ada peran TfRs di kelenjar payudara dalam mengatur kadar besi ASI yang diketahui melalui percobaan hewan. Dari percobaan ditemukan adanya hubungan antara penurunan kadar besi ASI selama laktasi dengan kadar TfRs di kelenjar payudara. Pada tikus defisiensi besi mempunyai kadar TfRs payudara yang lebih tinggi sebagai kompensasi kadar besi yang rendah. Sebaliknya pada tikus dengan intik besi tinggi mempunyai kadar TfRs di payudara yang lebih tinggi daripada kontrol tetapi kadar besi ASI sama dengan kontrol. Hal ini berarti bahwa pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar besi rendah dimana salah satu tahapan pengambilan dan sekresi besi dalam payudara bergantung pada status besi normal. Latulippe, Irurita,

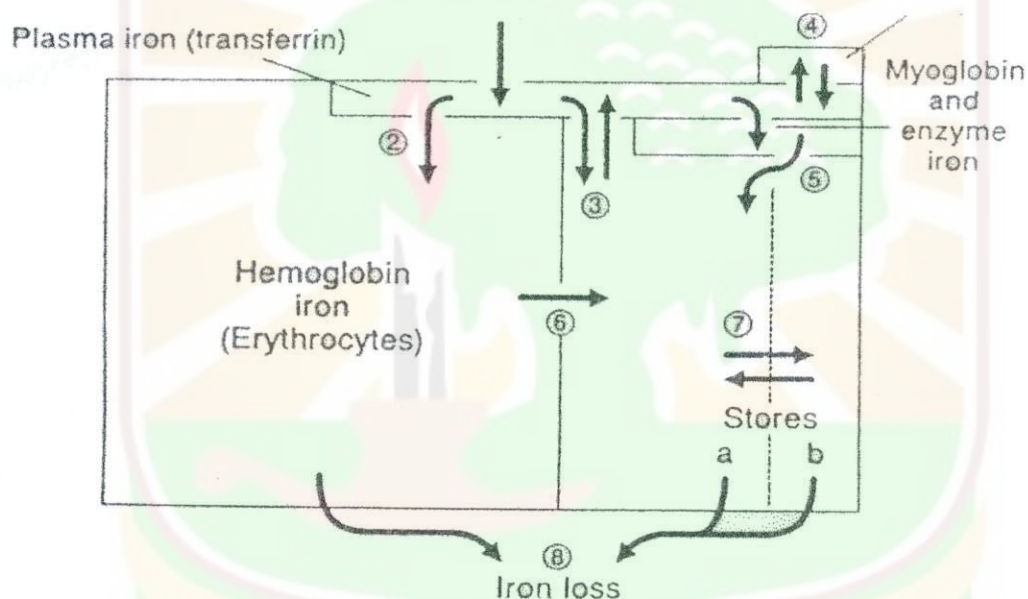
Villalpando, dan Picciano (1999) juga menyatakan hal yang sama yaitu pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar folat rendah.

2.2.3. Metabolisme besi

Absorpsi besi dibantu oleh substansi yang membentuk chelat besi dengan berat molekul rendah seperti asam askorbat, gula dan asam amino. Absorpsi terjadi di usus halus yang diatur oleh sel mukosa usus halus terutama di duodenum. Sebelum diambil oleh *brush border* di sel mukosa, besi melewati lapisan mucus yang difasilitasi oleh asam organik dalam empedu atau polipeptida yang mengandung sistein dari pencernaan daging atau ikan. Protein yang diduga menangkap besi pada lumen epitel mukosa dari duodenum diduga antara lain (1) protein pengikat besi 54-kDa, (2) b3 160 kDa, (3) protein Hfe dengan 44 kDa, (4) Nramp2. Nramp2 diketahui tidak saja berperan dalam sel epitel duodenum tapi juga dalam banyak sel lain seperti dalam eritroblast sumsum tulang. Nramp2 juga merupakan protein yang berperan dalam resistensi alamiah berkaitan dengan protein macrophag sehingga nramp2 penting dalam absorpsi besi oleh sel epitel usus dan protein pengangkut besi intracellular dalam eritroblast. Dalam sel epitel mukosa, besi ditransfer ke protein sistolik mobilferin dan paraferitin kemudian diangkut ke sel epitel dan lewat melalui membran sel dalam bentuk Fe (II). Ketika masuk ke kapiler subendotelial darah, dioksidasi oleh seruloplasmin menjadi Fe (III) dan kemudian berikatan dengan transferin yang membawanya ke sistem vena portae, lalu ke hati dan semua jaringan tubuh (Fairbanks, 1999).

Besi dalam protein heme harus dilepaskan melalui pencernaan protein untuk dapat diabsorpsi. Dengan sitosol, besi dilepaskan dari protoporphyrin oleh enzim oksigenase heme yang memecah cincin porphyrin menghasilkan Fe (III), biliverdin, dan CO. Fe (III) diikat oleh paraferitin dan diangkut ke serosal sel. Biliverdin diubah jadi bilirubin yang

diangkut dari plasma ke hati untuk ekskresi. Karbon monoksida dikeluarkan melalui katabolisme heme yang diangkut ke paru-paru untuk diekskresi. Mekanisme regulasi sistemik yang mempengaruhi absorpsi besi adalah (1) meningkatnya absorpsi saat defisiensi besi dan dalam keadaan hemochromatosis, saat hamil, dan erythropoiesis, (2) menurunnya absorpsi saat besi berlebih karena penyakit kronis arthritis rheumatoid ataupun keadaan lain. Jalur metabolisme besi disajikan pada Gambar 2 dan mekanisme pengambilan besi oleh sel epitel usus disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Jalur Metabolisme Besi
Sumber : Fairbanks (1999)

(1) Dengan asupan besi 1 mg/hari, absorpsi dari usus dan diseimbangkan dengan besi yang keluar 1 mg (8). Besi yang diabsorpsi diangkut transferin dalam plasma ke hematopoietic sumsum tulang (2) dimana hemoglobin dibentuk dalam sel darah merah dan akan dilepaskan ke aliran darah. Sebagian kecil besi masuk ke bagian lain, simpanan besi sebagai feritin dan hemosiderin dalam beberapa organ (3), mioglobin dalam sel otot, besi enzim dalam semua sel (4). Besi juga dapat lewat dari plasma ke limpa dan didaur ulang ke plasma melalui saluran limfatik (5). Bila sel darah merah telah selesai waktu hidupnya secara metabolik, akan dicerna oleh monocyte dan macrophag sumsum tulang, limpa, hati (6). Beberapa besi yang dibebaskan dalam macrophag dengan katabolisme hemoglobin ditahan sebagai simpanan besi, ada juga dipakai kembali dengan daur ulang ke plasma dan hematopoietic sumsum tulang (7). Jumlah kecil hemosiderin dan feritin juga dapat keluar dari feses sebagai hasil pengelupasan sel epitel usus (8).

Besi yang diangkut dari pemecahan hemoglobin atau dari usus halus ke jaringan dilakukan oleh protein pengangkut plasma transferin. Transferin membawa besi ke jaringan yaitu reseptor spesifik membran sel. Reseptor mengikat kompleks besi transferin pada permukaan sel dan dibawa ke sel dimana besi dilepaskan. Kurang dari 1% total besi tubuh ada dalam *pool* pengangkut, dipindahkan dari mukosa usus atau dari sel retikuloendotelial ke jaringan yang membutuhkan besi tinggi seperti sumsum tulang dimana sel darah merah dihasilkan. Bila suplai besi tidak cukup karena defisiensi besi atau tingginya kebutuhan besi maka reseptor transferin meningkat (Yip dan Dallman, 1996).



Gambar 3 : Mekanisme pengambilan besi oleh sel epitel usus dan diangkut ke plasma
Sumber : Fairbanks (1999)

Dalam darah atau cairan tubuh lain, besi diangkut oleh protein transferin. Transferin mengikat besi yang dilepaskan dari epitel usus atau limpa atau disekresi dari

macrophag melalui degradasi hemoglobin. Transferin dan laktoferin merupakan protein pengangkut besi yang secara struktural dan fungsional hampir sama. Transferin dan laktoferin adalah protein globular kaya karbohidrat dengan rantai polipeptida tunggal dengan 679 asam amino. Transferin adalah protein plasma yang mengangkut besi dari berbagai jenis besi. Laktoferin ada dalam berbagai cairan tubuh seperti air susu, cairan mani, sitosol granulosit yang berfungsi menangkap besi intracellular dan melindungi sitosol dari pelukaan superoksida potensial oleh Fe(II). Kadar normal transferin dalam plasma adalah 2,2 – 3,5 gr/L. Besi adalah pengikat alamiah transferin sehingga kadar plasma transferin dapat diukur dengan jumlah besi yang mengikatnya. Hal ini disebut dengan kapasitas pengikat besi total (*total iron binding capacity*). Jumlah besi yang terikat dengan transferin diukur sebagai konsentrasi besi serum dengan kisaran normal 12-31 $\mu\text{mol/L}$ pada pria dan 11-29 $\mu\text{mol/L}$ pada wanita.

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi keseimbangan dan metabolisme besi yaitu intik, simpanan, dan kehilangan besi. Faktor yang mempengaruhi asupan besi adalah jumlah dan bioavailabilitas besi dalam pangan dan kemampuannya untuk mengabsorpsi besi. Hemosiderin adalah tambahan protein simpanan besi yang terdapat dalam lisosom dan sebagian dari bentuk feritin yang didegradasi. Besi yang disimpan dalam hemosiderin adalah besi dosis tinggi. Transferin adalah protein dengan berat molekul 74000 yang mempunyai kapasitas mengikat 2 atom besi dalam bentuk oksidasi sehingga transferin adalah protein pengangkut besi. Simpanan besi didepleksi sebelum anemia defisiensi berkembang dan meningkat lebih dari 20 kali diatas rata-rata normal simpanan besi sebelum terjadi kerusakan jaringan. Simpanan besi digunakan untuk memenuhi kebutuhan besi selular terutama untuk produksi hemoglobin. Besi yang berikatan dengan feritin lebih siap dimobilisasi daripada besi yang berikatan dengan

hemosiderin. Dengan keseimbangan besi negatif jangka panjang, simpanan besi didepleksi sebelum defisiensi besi jaringan sedangkan dengan keseimbangan besi positif simpanan besi meningkat bahkan bila persentase besi pangan yang diabsorpsi relatif kecil. Dibanding laki-laki, wanita dan anak-anak mempunyai simpanan besi rendah sehingga mengabsorpsi besi lebih besar dari pangan (Gibney, Hester, Vorster, dan Frans, 2002).

Tubuh menggunakan beberapa mekanisme untuk mengatur absorpsi besi. Pengendalian absorpsi penting karena tubuh tidak dapat dengan mudah menghilangkan besi yang berlebih. Absorpsi besi dipengaruhi oleh kandungan besi pangan, bioavailabilitas besi pangan, simpanan besi, dan tingkat produksi sel darah merah. Absorpsi besi dari pangan bervariasi 3-40% bergantung pada bentuk besi dalam pangan, kebutuhan tubuh akan besi.

Dalam keadaan defisiensi, absorpsi besi non heme meningkat 10 kali dan absorpsi besi heme meningkat 2 kali. Pada penderita defisiensi berat persentase besi non heme yang diabsorpsi tinggi yaitu 50%. Bila simpanan besi tidak cukup, protein serum utama yang mengangkut besi yaitu transferin mengikat lebih banyak besi yang diambil dari sel intestinal dan dibawa ke aliran darah. Bila simpanan besi cukup dan transferin penuh dengan besi, hanya sedikit yang akan diabsorpsi dari sel intestinal. Berdasarkan mekanisme ini dalam keadaan normal besi diabsorpsi hanya yang diperlukan. Bila tidak perlu besi kembali ke saluran intestinal untuk diekskresikan untuk menghindari absorpsi besi yang berlebih. Hal ini dikenal sebagai *mucosal block*. Tubuh mempunyai kemampuan terbatas untuk mengeluarkan besi. Besi yang keluar dari orang dewasa setiap hari adalah 0,9-1,05 mg. Besi yang keluar antara lain untuk hemoglobin 0,35 mg, feritin 0,1 mg, empedu 0,2 mg, melalui urine 0,08 mg, dan kulit 0,2 mg. Ekskresi besi urine dapat meningkat pada penderita proteinuria, hematuria, hemoglobinuria, dan

hemosiderinuria. Wanita mempunyai tambahan kehilangan besi akibat haid dimana haid normal sebanyak 35 ml per periode haid yang setara dengan 18 mg besi.

2.2.4. Kebutuhan besi

2.2.4.1. Kebutuhan besi ibu menyusui

Kebutuhan besi tubuh dikontrol dengan mengubah kandungan besi dalam feritin protein simpanan. Rekomendasi *Food and Nutrition Board* (2001) menyatakan RDA besi untuk ibu menyusui berumur dibawah 18 tahun adalah 10 mg dan ibu menyusui berumur 19-50 tahun adalah 9 mg. Pada orang dewasa normal penggunaan besi berkisar 20-25 mg/hari untuk sintesis hemoglobin. Besi yang berlebih disimpan secara intracellular sebagai feritin dan hemosiderin dalam retikuloendotelial dari hati, limpa, dan sumsum tulang (Stoltzfus, 2003).

2.2.4.2. Kebutuhan besi pada bayi

Janin mempunyai sistem aseptor yang sangat efektif untuk mendapat besi. Besi dari transferin ibu ditransfer ke jaringan plasenta, dari plasenta ke transferin plasma janin dan selanjutnya ke jaringan janin dengan jalur yang berperan melawan tingginya kebutuhan besi ibu bahkan pada ibu defisiensi besi. Mulai trimester akhir kehamilan, sebanyak 3-4 mg besi ditransfer ke janin setiap hari. Bayi yang baru lahir mempunyai simpanan besi yang cukup tinggi yaitu 70 mg/kg dan dapat memenuhi kebutuhan sampai 6 bulan. Tingginya besi ini adalah refleksi tingginya simpanan besi dalam feritin dan konsentrasi sel darah merah yang tinggi dalam aliran darah neonatus. Sebaliknya pada bayi prematur mempunyai simpanan besi yang rendah. (ACC/ SCN, 1991).

Simpanan besi akan meningkat selama 3 bulan pertama setelah lahir dan menurun pada bulan ke empat sampai ke enam, sehingga anak-anak yang disusui biasanya tidak

defisiensi besi selama 6 bulan pertama. Setelah simpanan besi habis pada usia 6 – 24 bulan, simpanan besi susah untuk dibentuk bahkan bila asupan besi cukup karena tingginya kebutuhan besi yang berhubungan dengan pertumbuhan cepat. Setelah 2 tahun kecepatan pertumbuhan menurun sehingga simpanan besi dapat dibentuk dan resiko defisiensi besi berkurang. Kebutuhan besi yang tinggi pada bayi yang disusui didasarkan pada kebutuhan fisiologi harian sebesar 0,7 mg untuk pertumbuhan dan 0,2 mg untuk mengganti kehilangan basal sehingga ASI menyediakan 0,15-0,68 mg besi per hari (Yip dan Dallman, 1996).

Berdasarkan rekomendasi *Food and Nutrition Board* dinyatakan bahwa kecukupan besi untuk bayi pada 6 bulan pertama adalah 0,27 mg/hari dan bayi berusia 7-12 bulan adalah 11 mg/hari. (Gibney *et al*, 2002). Pemberian pangan padat sebelum bayi berusia 4-6 bulan merupakan sumber besi bagi bayi, tetapi besi dalam pangan padat tidak siap untuk diabsorpsi seperti besi dalam ASI. Selain itu jika pangan padat terus diberi bersamaan dengan pemberian ASI maka besi dalam ASI menjadi tidak siap untuk diabsorpsi sehingga dapat menyebabkan defisiensi besi (Dallman, 1986).

Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi status gizi bayi yang disusui secara eksklusif yaitu : 1) simpanan gizi khususnya yang disimpan dalam kandungannya, 2) jumlah dan bioavailabilitas zat gizi dalam ASI, 3) faktor lingkungan dan genetik yang mempengaruhi efisiensi penggunaan zat gizi. Cadangan gizi saat lahir ditentukan oleh kecepatan transfer zat gizi melalui plasenta dan umur kehamilan. Cadangan berbagai zat gizi meningkat pada akhir trimester kehamilan dan cenderung tinggi pada bayi dengan berat lahir tinggi dan umur kehamilan normal (Packard, 1982). Besi dibutuhkan untuk pertumbuhan dan bergantung pada kecepatan pertumbuhan. Dasar untuk memperkirakan kebutuhan besi terlihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kebutuhan besi minimum harian untuk sintesis hemoglobin

Subjek	Jumlah Diabsorpsi untuk Sintesis Hemoglobin (mg)
Bayi	1
Anak-anak	0,5
Wanita muda	2
Wanita hamil	3
Pria dan wanita menopause	1

Sumber : Stoltzfus (2003)

2.2.5. Dampak defisiensi besi

Gejala klinis anemia defisiensi besi secara primer adalah kulit pucat, lemah, regulasi suhu yang buruk, tidak berselera makan, dan apatis. Zat besi yang kurang untuk sintesis sel darah merah mengakibatkan kelelahan. Buruknya simpanan besi juga menurunkan kemampuan belajar, konsentrasi, penampilan kerja, dan kekebalan. Pada ibu hamil yang anemia mengakibatkan berat lahir bayi rendah, lahir prematur, dan terjadinya kematian bayi. Pada umumnya defisiensi besi lebih banyak daripada anemia defisiensi besi dimana hemoglobin darah masih normal tetapi tidak mempunyai simpanan besi (ACC/SCN, 1991). Enzim-enzim besi sensitif terhadap defisiensi besi dimana berkurangnya enzim bervariasi antar enzim dan antar jaringan. Sitokrom C dan akonitase kurang siap didepleksi sedangkan oksidase sitokrom lebih rawan dimana katalase adalah yang paling resisten terhadap deplesi. Deplesi sitokrom oksidase terlihat pada defisiensi besi ringan. Enzim ini ada pada rantai pernafasan yang berperan dalam metabolisme fenilalanin untuk fungsi otak. Enzim yang berperan dalam kemampuan bekerja adalah aglicerofosfat dehidrogenase sedangkan yang berperan sebagai pengangkut elektron dalam metabolisme aerobik adalah mitokondria aglicerofosfat dehidrogenase. Defisiensi besi juga berkaitan dengan penurunan fungsi banyak enzim yang tidak mengandung besi.

Enzim yang mengandung copper yaitu monoamin oksidase berperan dalam sintesis neurotransmitter. Enzim lain yang berhubungan dengan defisiensi besi adalah hepatic glucose 6 fosfat dehidrogenase, 6 fosfoglukonat dehidrogenase, dan berbagai transaminase (Duncan, 1985). Dibawah ini yang berhubungan dengan dampak defisiensi besi antara lain:

2.2.5.1. Anemia

Anemia ringan (*mild*) berdampak terhadap mekanisme yang mengatur suplai oksigen ke jaringan yaitu ekstraksi oksigen dari hemoglobin oleh jaringan dan redistribusi aliran darah ke organ penting. Bila anemia berat ($Hb < 70g/L$) mengakibatkan berkurangnya kemampuan darah untuk mengangkut oksigen dan berkembangnya asidosis. Sedangkan bila anemia sangat berat ($Hb < 40g/L$) dapat mengakibatkan kematian.

2.2.5.2. Penampilan kerja

Penampilan kerja yang buruk pada manusia berhubungan dengan anemia. Defisiensi besi menyebabkan kerusakan produksi energi oksidatif dalam otot skeletal yang menunjukkan berkurangnya kemampuan untuk melakukan aktivitas dengan lama, berkurangnya oksidasi glukosa secara efisien dan tingginya penggunaan jalur glukogenik dimana laktat dari otot diubah menjadi glukosa didalam hati.

2.2.5.3. Intelektual dan perilaku

Ketidaknormalan perilaku kemungkinan terjadi pada masa pertumbuhan cepat dan diferensiasi sel otak selama bayi sehingga otak rawan defisiensi zat gizi. Meskipun defisit perkembangan dapat diperbaiki dengan pengobatan besi, beberapa studi menyatakan ketidaknormalan tersebut tidak dapat diperbaiki secara penuh (*irreversible*).

2.2.5.4. Berkurangnya imunitas dan resistensi terhadap infeksi.

2.2.5.5. Pengaturan suhu tubuh

Pengaturan suhu akan terganggu berhubungan dengan berkurangnya sekresi TSH (*Thyroid Stimulating Hormon*) dan hormon tiroid sehingga terganggunya (rusaknya) produksi panas yang terlihat sebagai hasil dari anemia.

2.3. Interaksi zink dan besi

Zink dan besi tidak membentuk koordinasi sama dalam air tetapi berkompetisi secara langsung pada waktu absorpsi. Solomons & Jacob (1981) menyatakan bahwa tingginya besi dapat mempengaruhi ambilan zink yang diukur dengan perubahan zink serum. *Post prandial* dalam zink serum setelah diberi dosis zink 25 mg dan besi 25 mg (Fe:Zn, 1:1) lebih rendah dibanding bila hanya diberi zink. Bila dosis besi menjadi 50 mg dan zink 25 mg (ratio 2:1) atau besi 75 mg dan zink 25 mg (ratio 3:1) akan mengurangi ambilan zink. Interaksi zink dan besi dalam air terjadi bila suplemen zink dan besi diberikan saat puasa. Bila zink dan besi diberikan dalam bentuk suplemen makanan atau makanan yang difortifikasi besi, hasilnya menunjukkan tidak ada perbedaan nyata meskipun ratio molar besi dan zink adalah 1:1, 2,5:1, atau 25:1. Hal ini menunjukkan tidak ada interaksi antara besi dan zink bila diberikan dalam makanan. Adanya pengikat pangan seperti histidin mengakibatkan absorpsi zink dilakukan melalui jalur yang tidak dipengaruhi kadar besi dalam usus. Sebaliknya bila pengikat pangan tidak ada maka zink dan besi akan berkompetisi di mukosa dan tingginya kadar salah satu zat gizi akan mempengaruhi ambilan zat gizi lainnya (Lonnerdal, 1996).

Hal ini konsisten dengan studi Yip (1985) yang mengemukakan pada bayi yang diberi besi tetes 30 mg/ hari selama 3 bulan mempunyai status zink (zink plasma) yang sama dengan bayi yang mendapat plasebo. Besi yang diberikan merupakan bagian dari

makanan sehingga tidak ada interaksi antara zink dan besi. Studi Sandstrom *et al* (1985) juga mendukung pernyataan ini dimana dikemukakan bahwa pemberian besi 50 mg/hari selama 2 minggu pada manusia tidak ada pengaruhnya terhadap absorpsi zink. Observasi ini juga didukung dengan temuan Fairweather Tait *et al* (1995) yang melaporkan bahwa pemberian pangan yang difortifikasi besi pada bayi menunjukkan dampak terhadap absorpsi zink. Pada orang dewasa studi ini juga memberi hasil yang sama (Davidsson *et al*, 1995). Sebaliknya untuk mengetahui apakah kadar zink yang tinggi dapat mempengaruhi absorpsi besi dilakukan pemberian besi dan zink dengan kadar berbeda melalui cairan ataupun sebagai bagian dari makanan. Absorpsi besi diukur dengan metode radio isotop (Rossander-Hulthen, 1991). Hasilnya menunjukkan bahwa ambilan besi tidak dipengaruhi zink berlebih, sedangkan besi berlebih dapat mempengaruhi ambilan zink bila besi dan zink diberikan bersamaan dalam cairan atau dalam keadaan puasa.

2.4. Produksi ASI dan faktor yang mempengaruhinya

2.4.1. Produksi ASI

ASI (Air Susu Ibu) merupakan cairan putih yang dihasilkan oleh kelenjar payudara wanita melalui proses laktasi. ASI terdiri dari berbagai komponen gizi dan non gizi. Komposisi ASI tidak sama selama periode menyusui, pada akhir menyusui kadar lemak 4-5 kali dan kadar protein 1,5 kali lebih tinggi daripada awal menyusui. Juga terjadi variasi dari hari ke hari selama periode laktasi. Keberhasilan laktasi dipengaruhi oleh kondisi sebelum dan saat kehamilan. Kondisi sebelum kehamilan ditentukan oleh perkembangan payudara saat lahir dan saat pubertas. Pada saat kehamilan yaitu trimester II payudara mengalami pembesaran karena pertumbuhan dan diferensiasi dari

lobuloalveolar dan sel epitel payudara. Pada saat pembesaran payudara ini hormon prolaktin dan laktogen placenta aktif bekerja yang berperan dalam produksi ASI (Suharyono, 1990).

Sekresi ASI diatur oleh hormon prolaktin dan oksitosin. Prolaktin menghasilkan ASI dalam alveolar dan bekerjanya prolaktin ini dipengaruhi oleh lama dan frekuensi pengisapan (suckling). Hormon oksitosin disekresi oleh kelenjar pituitary sebagai respon adanya suckling yang akan menstimulasi sel-sel mioepitel untuk mengeluarkan (ejection) ASI. Hal ini dikenal dengan milk ejection reflex atau let down reflex yaitu mengalirnya ASI dari simpanan alveoli ke lacteal sinuses sehingga dapat dihisap bayi melalui puting susu.

Terdapat tiga bentuk ASI dengan karakteristik dan komposisi berbeda yaitu kolostrum, ASI transisi, dan ASI matang (*mature*). Kolostrum adalah cairan yang dihasilkan oleh kelenjar payudara setelah melahirkan (4-7 hari) yang berbeda karakteristik fisik dan komposisinya dengan ASI matang dengan volume 150 – 300 ml/hari. ASI transisi adalah ASI yang dihasilkan setelah kolostrum (8-20 hari) dimana kadar lemak dan laktosa lebih tinggi dan kadar protein, mineral lebih rendah. ASI matang adalah ASI yang dihasilkan ≥ 21 hari setelah melahirkan dengan volume bervariasi yaitu 300–850 ml/hari tergantung pada besarnya stimulasi saat laktasi. Volume ASI pada tahun pertama adalah 400–700 ml/24 jam, tahun kedua 200–400 ml/24 jam, dan sesudahnya 200 ml/24 jam. Di negara industri rata-rata volume ASI pada bayi dibawah usia 6 bulan adalah 750 gr/hari dengan kisaran 450–1200 gr/hari (ACC/SCN, 1991). Pada studi Nasution (2003) volume ASI bayi usia 4 bulan adalah 500–800 gr/hari, bayi usia 5 bulan adalah 400–600 gr/hari, dan bayi usia 6 bulan adalah 350–500 gr/hari.

2.4.2. Faktor mempengaruhi produksi ASI

Produksi ASI dapat meningkat atau menurun tergantung pada stimulasi pada kelenjar payudara terutama pada minggu pertama laktasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi ASI antara lain:

2.4.2.1. Frekuensi penyusuan

Pada studi 32 ibu dengan bayi prematur disimpulkan bahwa produksi ASI akan optimal dengan pemompaan ASI lebih dari 5 kali per hari selama bulan pertama setelah melahirkan. Pemompaan dilakukan karena bayi prematur belum dapat menyusu (Hopkinson *et al*, 1988 dalam ACC/SCN, 1991). Studi lain yang dilakukan pada ibu dengan bayi cukup bulan menunjukkan bahwa frekuensi penyusuan 10 ± 3 kali perhari selama 2 minggu pertama setelah melahirkan berhubungan dengan produksi ASI yang cukup (De Carvalho, *et al*, 1982 dalam ACC/SCN, 1991). Berdasarkan hal ini direkomendasikan penyusuan paling sedikit 8 kali perhari pada periode awal setelah melahirkan. Frekuensi penyusuan ini berkaitan dengan kemampuan stimulasi hormon dalam kelenjar payudara.

2.4.2.2. Berat lahir

Prentice (1984) mengamati hubungan berat lahir bayi dengan volume ASI. Hal ini berkaitan dengan kekuatan untuk mengisap, frekuensi, dan lama penyusuan dibanding bayi yang lebih besar. Berat bayi pada hari kedua dan usia 1 bulan sangat erat berhubungan dengan kekuatan mengisap yang mengakibatkan perbedaan asupan yang besar dibanding bayi yang mendapat formula. De Carvalho (1982) menemukan hubungan positif berat lahir bayi dengan frekuensi dan lama menyusui selama 14 hari pertama setelah lahir. Bayi berat lahir rendah (BBLR) mempunyai kemampuan mengisap ASI yang lebih rendah dibanding bayi yang berat lahir normal (>2500 gr). Kemampuan

mengisap ASI yang lebih rendah ini meliputi frekuensi dan lama penyusuan yang lebih rendah dibanding bayi berat lahir normal yang akan mempengaruhi stimulasi hormon prolaktin dan oksitosin dalam memproduksi ASI.

2.4.2.3. Umur kehamilan saat melahirkan

Umur kehamilan dan berat lahir mempengaruhi intik ASI. Hal ini disebabkan bayi yang lahir prematur (umur kehamilan kurang dari 34 minggu) sangat lemah dan tidak mampu mengisap secara efektif sehingga produksi ASI lebih rendah daripada bayi yang lahir tidak prematur. Lemahnya kemampuan mengisap pada bayi prematur dapat disebabkan berat badan yang rendah dan belum sempurnanya fungsi organ.

2.4.2.4. Umur dan paritas

Umur dan paritas tidak berhubungan atau kecil hubungannya dengan produksi ASI yang diukur sebagai asupan bayi terhadap ASI. Lipsman *et al* (1985) dalam ACC/SCN (1991) menemukan bahwa pada ibu menyusui usia remaja dengan gizi baik, asupan ASI mencukupi berdasarkan pengukuran pertumbuhan 22 bayi dari 25 bayi. Pada ibu yang melahirkan lebih dari satu kali, produksi ASI pada hari keempat setelah melahirkan lebih tinggi dibanding ibu yang melahirkan pertama kali (Zuppa *et al*, 1989 dalam ACC/SCN, 1991), meskipun oleh Butte *et al* (1984) dan Dewey *et al* (1986) dalam ACC/SCN (1991) secara statistik tidak terdapat hubungan nyata antara paritas dengan intik ASI oleh bayi pada ibu yang gizi baik.

2.4.2.5. Stres dan penyakit akut

Ibu yang cemas dan stres dapat mengganggu laktasi sehingga mempengaruhi produksi ASI karena menghambat pengeluaran ASI. Pengeluaran ASI akan berlangsung baik pada ibu yang merasa rileks dan nyaman. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji dampak dari berbagai tipe stres ibu khususnya kecemasan dan tekanan darah

terhadap produksi ASI. Penyakit infeksi baik yang kronik maupun akut yang mengganggu proses laktasi dapat mempengaruhi produksi ASI.

2.4.2.6. Konsumsi rokok

Merokok dapat mengurangi volume ASI karena akan mengganggu hormon prolaktin dan oksitosin untuk produksi ASI. Merokok akan menstimulasi pelepasan adrenalin dimana adrenalin akan menghambat pelepasan oksitosin. Studi Lyon (1983); Matheson (1989) menunjukkan adanya hubungan antara merokok dan penyapihan dini meskipun volume ASI tidak diukur secara langsung. Meskipun demikian pada studi ini dilaporkan bahwa prevalensi ibu perokok yang masih menyusui 6–12 minggu setelah melahirkan lebih sedikit daripada ibu yang tidak perokok dari kelompok sosial ekonomi sama, dan bayi dari ibu perokok mempunyai insiden sakit perut yang lebih tinggi. Anderson *et al* (1982) mengemukakan bahwa ibu yang merokok lebih dari 15 batang rokok/hari mempunyai prolaktin 30-50% lebih rendah pada hari pertama dan hari ke 21 setelah melahirkan dibanding dengan yang tidak merokok.

2.4.2.7. Konsumsi alkohol

Meskipun minuman alkohol dosis rendah disatu sisi dapat membuat ibu merasa lebih rileks sehingga membantu proses pengeluaran ASI namun disisi lain etanol dapat menghambat produksi oksitosin. Kontraksi rahim saat penyusuan merupakan indikator produksi oksitosin. Pada dosis etanol 0,5-0,8 gr/kg berat badan ibu mengakibatkan kontraksi rahim hanya 62% dari normal, dan dosis 0,9-1,1 gr/kg mengakibatkan kontraksi rahim 32% dari normal (Matheson, 1989).

2.4.2.8. Pil kontrasepsi

Penggunaan pil kontrasepsi kombinasi estrogen dan progestin berkaitan dengan penurunan volume dan durasi ASI (Koetsawang, 1987 dan Lonerdal, 1986 dalam

ACC/SCN, 1991), sebaliknya bila pil hanya mengandung progestin maka tidak ada dampak terhadap volume ASI (*WHO Task Force on Oral Contraceptives*, 1988 dalam ACC/SCN, 1991). Berdasarkan hal ini WHO merekomendasikan pil progestin untuk ibu menyusui yang menggunakan pil kontrasepsi.

Ada dua cara untuk mengukur produksi ASI yaitu penimbangan berat badan bayi sebelum dan setelah menyusui; dan pengosongan payudara. Kurva berat badan bayi merupakan cara termudah untuk menentukan cukup tidaknya produksi ASI (Packard, 1982). Dilihat dari sumber zat gizi dalam ASI maka ada 3 sumber zat gizi dalam ASI yaitu : 1) disintesis dalam sel *secretory* payudara dari precursor yang ada di plasma; 2) disintesis oleh sel-sel lainnya dalam payudara; 3) ditransfer secara langsung dari plasma ke ASI (Butte, 1988). Protein, karbohidrat, dan lemak berasal dari sintesis dalam kelenjar payudara dan transfer dari plasma ke ASI, sedangkan vitamin dan mineral berasal dari transfer plasma ke ASI. Semua fenomena fisiologi dan biokimia yang mempengaruhi komposisi plasma dapat juga mempengaruhi komposisi ASI. Komposisi ASI dapat dimodifikasi oleh hormon yang mempengaruhi sintesis dalam kelenjar payudara (Vaughan, 1999).

Aspek gizi ibu yang dapat berdampak terhadap komposisi ASI adalah asupan pangan aktual, cadangan gizi, dan gangguan dalam penggunaan zat gizi. Perubahan status gizi ibu yang mengubah komposisi ASI dapat berdampak positif, netral, atau negatif terhadap bayi yang disusui. Bila asupan gizi ibu berkurang tetapi kadar zat gizi dalam ASI dan volume ASI tidak berubah maka zat gizi untuk sintesis ASI diambil dari cadangan ibu atau jaringan ibu. Komposisi ASI tidak konstan dan beberapa faktor fisiologi dan faktor non fisiologi berperan secara langsung dan tidak langsung. Faktor fisiologi meliputi umur penyusuan, waktu penyusuan, status gizi ibu, penyakit akut, dan

pil kontrasepsi. Faktor non fisiologi meliputi aspek lingkungan, konsumsi rokok dan alkohol (Matheson, 1989). Kadar berbagai mineral ASI pada berbagai usia menyusui disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kadar mineral ASI pada berbagai usia menyusui

Usia Menyusui (Bln)	Jumlah Sampel	Konsentrasi dalam ASI (mg/L)					
		Ca	Copper	Besi	Zn	Mn	Mg
1-3	28	257	0,43	0,49	1,60	0,020	31
4-6	39	236	0,33	0,43	1,05	0,024	37
7-9	23	175	0,31	0,42	0,75	0,025	26
10-12	13	170	0,24	0,38	0,63	0,018	29
13-19	28	180	0,28	0,38	0,69	0,014	30
≥ 19	30	150	0,27	0,42	0,59	0,019	26

Sumber : Vaughan (1999)

2.5. Pengaruh asupan terhadap zink dan besi

2.5.1. Pengaruh asupan terhadap zink

Asupan zink pangan yang kurang merupakan penyebab utama defisiensi zink sehingga penilaian pangan merupakan hal penting dalam mengevaluasi resiko defisiensi zink. Informasi asupan zink pangan harus diinterpretasikan bersama dengan metode penilaian lain seperti penilaian biokimia untuk menentukan penyebab ketidakcukupan asupan zink sehingga dapat mengidentifikasi intervensi berbasis pangan yang tepat. Ada 4 tahap penilaian pangan untuk mengevaluasi asupan zink pangan pada individu yaitu : (1) pengukuran asupan pangan, (2) menghitung kandungan gizi dan non gizi dari pangan yang dikonsumsi, (3) estimasi proporsi zink pangan yang tersedia untuk absorpsi, dan (4) membandingkan kebiasaan rata-rata asupan zink yang dapat diabsorpsi (WHO, 1996).

Hal-hal yang dipertimbangkan dalam menghitung proporsi zink dalam pangan yang diabsorpsi usus adalah : 1) adanya faktor pangan yang mempengaruhi absorpsi zink, 2) perkiraan zink yang diabsorpsi dari berbagai pangan, dan 3) perkiraan rata-rata

absorpsi zink. Zink banyak terdapat pada pangan terutama pangan hewani seperti daging sapi, babi, unggas, ikan, dan kerang. Pada telur dan produk peternakan kandungan zink rendah. Kandungan zink relatif tinggi dalam kacang tanah, biji-bijian, legum, dan sereal berserat. Pada umbi-umbian, sereal murni, sayur dan buah kandungan zink rendah (Brown, 2002). Rata-rata kandungan zink berbagai sumber pangan disajikan pada tabel 2. 5.

Tabel 2.5 Kandungan zink, densitas zink, kandungan pitat, & ratio molar pitat-zink pangan

Kelompok pangan	Kandungan zink		Kandungan pitat	
	mg/100 gr	mg/100 kkal	mg/100 gr	Ratio molar pitat Zn
Hati,ginjal (sapi, unggas)	4,2 - 6,1	2,7 - 3,8	0	0
Daging (sapi, babi)	2,9 - 4,7	1,1 - 2,8	0	0
Unggas (ayam, itik, dll)	1,8 - 3,0	0,6 - 1,4	0	0
Pangan laut (ikan, dll)	0,5 - 5,2	0,3 - 1,7	0	0
Telur (ayam,itik)	1,1 - 1,4	0,7 - 0,8	0	0
Produk Susu (susu,keju)	0,4 - 3,1	0,3 - 1,0	0	0
Bijian, kacang (wijen, lobak, almon, dll)	2,9 - 7,8	0,5 - 1,4	1,76- 4,71	22 - 88
Buncis, lentil	1,0 - 2,0	0,9 - 1,2	110 - 617	19 - 56
Sereal butir penuh (gandum,jagung,beras merah)	0,5 - 3,2	0,4 - 0,9	211 - 618	22 - 53
Sereal yang dimurnikan (tepung putih, beras putih)	0,4 - 0,8	0,2 - 0,4	30 - 439	16 - 54
Roti (tepung putih, ragi)	0,9	0,3	30	3
Cassava fermentasi	0,7	0,2	70	10
Umbi-umbian	0,3 - 0,5	0,2 - 0,5	93 - 131	26 - 31
Sayuran	0,1 - 0,8	0,3 - 3,5	0 - 116	0 - 42
Buah	0 - 0,2	0 - 0,6	0 - 63	0 - 31

Sumber : *International Mini List (Worldfood Dietary Assessment Program,2.0)*

University of California Berkeley dalam Food Nutrition Bulletin Vol 25 No.1 March 2004

Faktor pangan dapat mempengaruhi proporsi zink tersedia untuk absorpsi dalam usus sebesar 10 kali melalui interaksi kimia-fisika. Informasi tentang dampak faktor

pangan tertentu terhadap absorpsi zink berasal dari studi pangan tunggal tetapi belum diketahui apakah absorpsi zink yang ditentukan dari studi pangan tunggal merefleksikan proporsi zink sebenarnya yang diabsorpsi dari pangan selama 1 hari. Berdasarkan studi pangan tunggal, komponen pangan yang menghambat absorpsi zink adalah pitat dan kalsium sedangkan yang meningkatkan absorpsi zink adalah protein. Total kandungan zink dalam pangan juga mempengaruhi absorpsi zink dimana absorpsi menurun dengan meningkatnya asupan zink walaupun jumlah absolute zink yang diabsorpsi meningkat. Pada biji-bijian seperti sereal dan kacang tanah, kandungan pitat tinggi sedangkan dalam buah dan sayuran kandungan pitat rendah (Harland dan Oberleas, 1987).

Pitat merupakan chelator kuat dari mineral termasuk zink. Pitat tidak dapat dicerna dan diabsorpsi dalam intestine sehingga mineral yang mengikat pitat melalui intestine tidak dapat diabsorpsi. Efek inhibitor pitat terhadap absorpsi zink terlihat dengan *dose dependent response* dan ratio molar pitat-zink dari pangan yang digunakan untuk memperkirakan proporsi zink yang dapat diabsorpsi. Ratio molar pitat-zink dari pangan dihitung dengan rumus :

mg pitat / 660 ; 660 adalah berat molekul pitat

mg zink/ 65,4 ; 65,4 adalah berat molekul zink

Secara umum biji-bijian, kacang tanah, kacang-kacangan, dan sereal yang tidak dimurnikan mempunyai ratio molar pitat zink tertinggi yaitu 22- 88, sedangkan pangan dari tumbuhan mempunyai ratio molar pitat-zink 0-42. Pangan hewani tidak mengandung pitat sehingga ratio molar pitat-zink sama dengan nol. Kalsium juga menghambat absorpsi zink melalui pembentukan senyawa tak larut kalsium-zink pitat dalam usus. Jumlah dan jenis protein dalam pangan mempengaruhi absorpsi zink. Protein yang tinggi akan mengabsorpsi zink pangan dengan tinggi pula (Hotz dan Brown, 2004).

Ada 2 studi untuk menghitung absorpsi zink pangan yaitu studi pangan tunggal dan studi pangan total. Studi pangan tunggal mengukur absorpsi dari uji pangan tunggal sedangkan studi pangan total mengukur absorpsi zink dari berbagai pangan yang dikonsumsi lebih dari satu atau beberapa hari. Absorpsi zink dengan studi pangan total mempunyai 2 keuntungan : 1) memberi label pangan dengan radioisotop atau isotop zink yang stabil dan menggunakan ekskresi melalui feses untuk memperkirakan absorpsi zink sebenarnya dari setiap individu dengan mengoreksi zink endogen yang keluar dari usus halus selama proses pencernaan, 2) adanya bukti dari studi absorpsi besi bahwa absorpsi besi yang diukur dari uji pangan tunggal berbeda nyata dengan yang diukur dari pangan total dengan komposisi sama seperti uji pangan tunggal. Sebaliknya studi pangan tunggal menggunakan radioisotop tracers untuk menghitung retensi zink. Metode ini dapat menghitung absorpsi zink sebenarnya dengan memperkirakan faktor koreksi hilangnya zink endogen dari usus halus yang berasal dari studi terpisah.

Komite WHO memakai data dari kombinasi studi pangan tunggal dan pangan total untuk menghitung absorpsi zink. Data yang tersedia dibagi dalam 3 kategori berdasarkan ratio molar pitat-zink dari pangan yang diuji yaitu ratio <5 dikategorikan absorpsi tinggi, ratio 5–15 dikategorikan absorpsi sedang dan ratio >15 dikategorikan absorpsi rendah (Hotz dan Brown, 2004).

Tabel 2.6 Absorpsi zink pangan

WHO				IOM	IZiNCG	
Jenis Pangan	Penyulin gan cepat	Dicampur/ Vegetari an disuling	Tak di bersih kan	Dicampur, n = 5 Setengah membersihkan, n = 4 EDTA-Dicuci Protein kedelai, n = 1	Dicampur, n = 11 Vegetarian yang suling, n = 3	Tidak bersihkan, gandum-dasar, n = 1
Jenis Studi	Pangan tunggal & Pangan Total			Pangan Total	Pangan Total	
Subjek	-	-	-	Pria 19 - 50 th	Pria & wanita ≥ 20 th	
Ratio molar pitat-zink	< 5	5-15	>15	-	4-18	>18
Absorpsi zink	50%	30%	15%	41%	26% pria 34% wanita	18% pria 25% wanita

Sumber : WHO (1996), *Food and Nutrition Board/Institute of Medicine* (2002)

Acrodermatitis enteropatica (kerusakan genetik) dapat mempengaruhi absorpsi zink. Selain itu penyakit tertentu seperti infeksi lambung, sindrom malabsorpsi mengakibatkan buruknya absorpsi atau berkurangnya zink dari tubuh. Obat-obat tertentu seperti *phenytoin* dan *tetracycline* juga dapat mengurangi absorpsi zink (WHO, 1996). Berbagai faktor yang mempengaruhi absorpsi zink disajikan pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi zink

Meningkatkan Absorpsi	Menurunkan Absorpsi
<ul style="list-style-type: none"> - Faktor fisiologi - Depleksi status zink - Faktor-faktor pangan - Asupan zink yang rendah - Asam organik tertentu - Asam amino tertentu - ASI 	<ul style="list-style-type: none"> - Repleksi status zink - Penyakit (<i>acrodermatitis enteropatica</i>) - Asupan zink yang tinggi - Pitat - Logam-logam tertentu

Sumber : Gibney *et al*, 2002

Asupan pangan yang mengandung zink dan besi yang tetap, penting dalam memenuhi kebutuhan zink untuk pengaturan dan pertumbuhan, dan cadangan zink sensitif terhadap jumlah zink yang diabsorpsi dari diet. Kurang dari 0,2% dari total

kandungan zink tubuh bersirkulasi dalam plasma dengan konsentrasi rata-rata 15 $\mu\text{mol/dl}$. Selama 24 jam diperkirakan $1/4 - 1/3$ ($\pm 450 \text{ mg}$) total zink tubuh berubah dialiran darah dan jaringan lain. Zink dilepaskan dari makanan sebagai ion bebas pada proses pencernaan. Ion zink bersifat hidrofilik dan tidak dapat melewati membran sel secara difusi pasif. Zink diabsorpsi dalam tubuh melalui usus. Zink diangkut ke enterosit dengan mekanisme pembawa spesifik. Dengan asupan tinggi, zink diabsorpsi dengan jalur paraseluler pasif. Walaupun albumin adalah pengangkut zink utama dalam plasma, beberapa protein dan asam amino dapat mempengaruhi pengantaran zink ke sel. Zink diangkut dalam plasma dan berikatan dengan albumin, α_2 makroglobulin dan oligopeptida. Pengangkut spesifik lain seperti protein 1 pengangkut Zn (ZnTP-1) memfasilitasi lewatnya zink melalui membran basolateral enterosit ke sirkulasi darah portal. Zink dapat berganti menuju plasma atau keluar dari plasma dalam waktu 3 hari. Sekitar 90% cadangan zink tubuh bergerak lambat sehingga tidak siap tersedia untuk metabolisme (Hotz dan Brown, 2004).

Sebagian zink keluar dari tubuh melalui urine, darah haid, mani, kulit, kuku, dan rambut walaupun jumlah yang keluar ini lebih kecil dibanding ekskresi gastrointestinal seperti ekskresi melalui usus. Keluarnya zink melalui saluran gastrointestinal adalah setengah dari semua zink yang keluar dari tubuh. Jumlah zink yang disekresi ke intestine dari pankreas ($\pm 3-5 \text{ mg}$) berasal dari pangan, sekresi empedu dan usus yang mengandung zink. Total sekresi zink gastrointestinal endogenus dapat melebihi jumlah yang dikonsumsi dalam pangan. Zink yang disekresi ke intestine diabsorpsi kembali dan proses ini merupakan titik penting regulasi keseimbangan zink. Rute lain ekskresi zink adalah melalui urine yaitu 15% dari total zink yang keluar dari tubuh, deskuamasi sel epitel, keringat, mani, rambut, dan darah haid, yang semuanya diperkirakan 17% dari total zink

keluar. Keluarnya zink melalui urine dipengaruhi oleh status zink yang terjadi bila pangan sangat dibatasi dalam periode lama. Ekskresi zink melalui feses juga meningkat saat diare sehingga riskan terhadap defisiensi zink dan infeksi. Secara umum jumlah zink endogenus yang diekskresikan melalui feses adalah total zink yang diabsorpsi. Ekskresi feses dari zink endogen menurun bila asupan zink pangan berkurang atau tingginya kebutuhan karena pertumbuhan atau laktasi. Bila zink pangan berkurang terjadi keseimbangan zink negatif selama beberapa waktu sebelum keseimbangan zink ditetapkan pada level terendah. Keseimbangan zink negatif ini akan mengakibatkan berkurangnya cadangan zink dimana jumlah yang keluar ini bergantung pada lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan zink. Rata-rata zink yang hilang setiap hari dari haid adalah 5 μg bila ekskresi haid 60 gr dengan kadar zink 2,8 $\mu\text{g}/\text{gr}$ darah haid atau 154 μg setiap periode haid. Zink endogen yang hilang dari intestine dan bukan intestine adalah 1,06 mg/hari (WHO, 1996).

Sekitar 70% zink dalam sirkulasi berikatan dengan albumin yang mempengaruhi kadar serum albumin dan mempunyai efek sekunder terhadap kadar zink serum. Kadar zink serum menurun saat hamil akibat peningkatan volume plasma. Zink serum juga menurun karena *hypoalbuminemia* akibat penuaan dan KEP (Kurang Energi Protein). Kadar zink juga dipengaruhi kondisi yang mempengaruhi pengambilan oleh jaringan. Infeksi, trauma akut, dan stres akan meningkatkan sekresi kortisol dan sitokin seperti interleukin yang memperbesar pengambilan zink jaringan sehingga menurunkan kadar zink serum. Selama puasa zink serum meningkat akibat pelepasan oleh otot saat katabolisme. Zink serum juga menurun dengan perubahan hormonal dan *uptake* jaringan dari peredaran zat gizi melalui metabolisme energi. Walaupun zink serum hanya 0,1%

dari total zink tubuh, sirkulasi *turnover* zink sangat cepat (150 kali per hari) untuk memenuhi kebutuhan jaringan (Lonnerdal, 1984).

Kadar zink dalam jaringan otot dan hati 50 kali lebih besar dibanding dalam plasma sehingga perbedaan kecil pengambilan dan pelepasan zink dari jaringan ini berdampak terhadap kadar zink plasma. Berdasarkan hal ini kadar zink plasma tidak menunjukkan total simpanan zink tubuh dalam semua keadaan individu. Sebagai contoh pelepasan zink dari jaringan otot karena katabolisme saat starvasi bersifat sementara yang terlihat dengan meningkatnya zink plasma. Sebaliknya konsumsi pangan yang standar atau glukosa saja akan menurunkan konsentrasi zink plasma bahkan meskipun intik zink pangan dan cadangan jaringan cukup (Brown *et al*, 2001).

Pada ASI pengaruh intik pangan zink terhadap kadar zink ASI adalah dimana zink dilepaskan dari makanan sebagai ion bebas pada proses pencernaan dan diangkut ke membran basolateral enterocyt menuju sirkulasi darah portal. Sistem portal ini membawa zink yang diabsorpsi ke hati dan dari hati dibagi ke berbagai jaringan. Pengangkut utama zink dalam plasma adalah albumin dan α_2 macroglobulin sehingga protein sangat mempengaruhi transport zink. Mekanisme pengaturan kadar zink dalam ASI yaitu zink yang berasal dari serum ibu akan dibawa ke kelenjar payudara untuk selanjutnya disintesis bersama dengan pembentukan air susu ibu. Sekresi zink dalam ASI sangat kompleks dan berhubungan dengan protein susu tertentu. Transporter ZnT-4 di kelenjar payudara berhubungan dengan sekresi zink ke ASI. Adaptasi ibu terhadap kebutuhan zink yang tinggi selama laktasi yaitu pada saat keluarnya zink endogenus dari usus dan ginjal, mobilisasi dan redistribusi dari *pool* zink tubuh mempengaruhi kadar zink dalam ASI. Asupan kalsium pangan yang umumnya rendah di negara berkembang juga dapat mempengaruhi ketersediaan zink untuk disekresi dalam ASI. Zink di *uptake* oleh kelenjar

payudara melalui ZTL1, Z1P1 dan Z1P4, sedangkan pengiriman ke ASI diatur oleh ZnT2 dan ZnT4 (Domeklof, 2004). Rendahnya kadar zink dalam ASI juga dapat disebabkan gangguan dalam transfer zink dari serum ibu ke payudara karena terganggunya pengangkut zink. Pada keadaan defisiensi zink berat terjadi mutasi dalam ZnT-4 yang dihasilkan kelenjar payudara. Mutasi ZnT-4 dapat mengakibatkan kadar zink ASI menjadi rendah (Krebs *et al*, 1994).

Zink dalam serum diangkut oleh $\alpha 2$ macroglobulin ($\alpha 2M$) dan serum albumin walaupun serum albumin mengikat zink tidak secara spesifik. Karena $\alpha 2M$ mengikat 4 atom zink dengan afinitas tinggi diduga protein ini berperan mengantar zink ke sel epitel payudara. Terikatnya $\alpha 2M$ pada sel epitel payudara spesifik dan jenuh menunjukkan adanya mekanisme yang diperantarai reseptor. mRNA untuk $\alpha 2M$ reseptor ada dalam sel payudara yang menunjukkan mekanisme membawa zink ke sel epitel payudara. Pada tikus dengan asupan zink rendah, zink pada kelenjar payudara tidak berpengaruh terhadap zink ASI. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi ibu defisiensi zink atau asupan zink terbatas ada pengaturan kadar zink ASI. Hal ini dimungkinkan oleh reseptor $\alpha 2M$ ibu yang terlibat dalam pengaturan ini. Beberapa transporter zink adalah zink transporter-1 (ZnT-1), zink transporter-2 (ZnT-2), zink transporter-3 (ZnT-3), zink transporter-4 (ZnT-4), dan *Divalent Cation Transporter 1* (DCT-1)

Kadar zink ASI tinggi pada waktu lahir dan menurun selama laktasi. Pada kolostrum kadar zink tinggi (>10 mg/liter). Kadar zink dalam ASI mature adalah 0,2-0,5 mg/100 ml. Pada usia 1, 3, dan 12 bulan kadar zink berturut-turut adalah 3-4 mg/liter; 1-1,5 mg/liter; dan 0,5 mg/liter. Kadar zink plasma pada bayi yang disusui sama dengan kadar zink plasma orang dewasa. Studi Zimmerman dan Hambidge (1980) menemukan adanya perbedaan kadar zink dalam ASI ibu di perkotaan India yang berpendapatan

rendah dan ibu berpendapatan tinggi dimana kadar zink ASI lebih tinggi pada ibu berpendapatan tinggi. Ada dua mekanisme dalam kelenjar payudara yang mengatur kadar zink dalam ASI yaitu pada saat pengambilan zink dari serum oleh sel epitel payudara dan pada saat sintesis atau sekresi ASI dari kelenjar payudara. Transporter (pengangkut) zink yang terdapat pada membran plasma sel mempengaruhi metabolisme zink (Cousins dan McMahon, 2000).

2.5.2. Pengaruh asupan terhadap besi

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi keseimbangan dan metabolisme besi yaitu asupan, simpanan, dan kehilangan besi. Faktor yang mempengaruhi asupan besi adalah jumlah dan bioavailabilitas besi dalam pangan dan kemampuannya untuk mengabsorpsi besi. Hemosiderin adalah tambahan protein simpanan besi yang terdapat dalam lisosom dan sebagian dari bentuk feritin yang didegradasi. Besi yang disimpan dalam hemosiderin adalah besi dosis tinggi. Transferin adalah protein dengan berat molekul 74000 yang mempunyai kapasitas mengikat 2 atom besi dalam bentuk oksidasi sehingga transferin adalah protein pengangkut besi. Simpanan besi didepleksi sebelum anemia defisiensi berkembang dan meningkat lebih dari 20 kali diatas rata-rata normal simpanan besi sebelum terjadi kerusakan jaringan. Simpanan besi digunakan untuk memenuhi kebutuhan besi selular terutama untuk produksi hemoglobin. Besi yang berikatan dengan feritin lebih siap dimobilisasi daripada besi yang berikatan dengan hemosiderin. Dengan keseimbangan besi negatif jangka panjang, simpanan besi didepleksi sebelum defisiensi besi jaringan sedangkan dengan keseimbangan besi positif simpanan besi meningkat bahkan bila persentase besi pangan yang diabsorpsi relatif kecil.

Dibanding laki-laki, wanita dan anak-anak mempunyai simpanan besi rendah sehingga mengabsorpsi besi lebih besar dari pangan (Gibney *et al*, 2002).

Tubuh menggunakan beberapa mekanisme untuk mengatur absorpsi besi. Pengendalian absorpsi penting karena tubuh tidak dapat dengan mudah menghilangkan besi yang berlebih. Absorpsi besi dipengaruhi oleh kandungan besi pangan, bioavailabilitas besi pangan, simpanan besi, dan tingkat produksi sel darah merah. Absorpsi besi dari pangan bervariasi 3-40% bergantung pada bentuk besi dalam pangan, kebutuhan tubuh akan besi, dan berbagai faktor lain yang terlihat pada tabel 2.8 (Yip dan Dallman, 1996).

Tabel 2.8 Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi besi

Meningkatkan Absorpsi	Menurunkan Absorpsi
<ul style="list-style-type: none"> - Vitamin C - Keasaman dalam Lambung - Besi Heme - Kebutuhan tubuh yang tinggi terhadap sel darah merah (hilangnya darah, latihan fisik, kehamilan) - Simpanan tubuh yang rendah - Protein daging 	<ul style="list-style-type: none"> - Serat pitat - Oksalat - Tannin (dalam teh) - Simpanan tubuh yang tinggi - Mineral lain yang tinggi (Zn, Mn, Ca) - Berkurangnya keasaman lambung - Beberapa antasid

Sumber : Wardlow, Insel, dan Seyler (1992)

Dalam keadaan defisiensi, absorpsi besi non heme meningkat 10 kali dan absorpsi besi heme meningkat 2 kali. Pada penderita defisiensi berat persentase besi non heme yang diabsorpsi tinggi yaitu 50%. Bila simpanan besi tidak cukup, protein serum utama yang mengangkut besi yaitu transferin mengikat lebih banyak besi yang diambil dari sel intestinal dan dibawa ke aliran darah. Bila simpanan besi cukup dan transferin penuh dengan besi, hanya sedikit yang akan diabsorpsi dari sel intestinal. Berdasarkan mekanisme ini dalam keadaan normal besi diabsorpsi hanya yang diperlukan. Bila tidak

perlu besi kembali ke saluran intestinal untuk diekskresikan untuk menghindari absorpsi besi yang berlebih. Hal ini dikenal sebagai *mucosal block*. Tubuh mempunyai kemampuan terbatas untuk mengeluarkan besi. Besi yang keluar dari orang dewasa setiap hari adalah 0,9-1,05 mg. Besi yang keluar antara lain untuk hemoglobin 0,35 mg, feritin 0,1 mg, empedu 0,2 mg, melalui urine 0,08 mg, dan kulit 0,2 mg. Ekskresi besi urine dapat meningkat pada penderita proteinuria, hematuria, hemoglobinuria, dan hemosiderinuria. Wanita mempunyai tambahan kehilangan besi akibat haid dimana haid normal sebanyak 35 ml per periode haid yang setara dengan 18 mg besi.

Kapasitas pangan untuk memenuhi kebutuhan besi bergantung pada kandungan dan bioavailabilitas besi yaitu proporsi besi dalam pangan yang tersedia untuk diabsorpsi di usus dalam bentuk aktif secara fisiologi. Selain itu juga valensi dari besi itu sendiri apakah +2 (fero) atau +3 (feri). Besi dalam pangan merupakan ion bebas yang terikat dengan berbagai ligand seperti protein, karbohidrat, asam organik, dan porphyrin (ACC/SCN, 1991).

Bentuk besi dalam pangan sangat berpengaruh pada saat diabsorpsi. 40% dari total besi dalam pangan hewani ada dalam bentuk hemoglobin (bentuk yang sama seperti dalam sel darah merah) dan mioglobin (pigmen yang terdapat dalam sel otot). Besi heme diabsorpsi dua kali lebih efisien dibanding besi elemental sederhana yang disebut besi non heme. Besi non heme juga ada dalam pangan hewani seperti telur, susu, sayuran, biji-bijian, dan pangan nabati lain. Absorpsi besi nonheme dipengaruhi oleh kelarutannya dalam bagian atas usus halus yang bergantung pada bagaimana pangan secara keseluruhan mempengaruhi kelarutan besi. Absorpsi besi dari daging, ikan atau ayam 4 kali lebih besar daripada susu, keju, atau telur dengan porsi sama. Penghambat pangan

untuk mengabsorpsi besi nonheme terdiri dari kalsium fosfat, asam pitat dan polifenol. (Walter, 2003).

Sekitar 10-15% besi dalam pangan orang dewasa adalah besi heme dan umumnya diabsorpsi 25-35% sedangkan besi non heme diabsorpsi 2-20%, oleh karena itu pangan hewani merupakan sumber besi terbaik dalam pangan orang dewasa karena kandungan besi dan keberadaannya dalam bentuk heme. Konsumsi besi heme dan non heme secara bersamaan akan meningkatkan absorpsi besi non heme. Protein dalam daging juga membantu absorpsi non heme. Konsumsi daging dengan sayuran serta biji-bijian akan meningkatkan absorpsi besi non heme.

Vitamin C meningkatkan absorpsi besi non heme sehingga konsumsi pangan yang kaya vitamin C sangat diperlukan jika besi dalam pangan tidak cukup atau besi serum rendah. Asam pitat, serat biji-bijian dan asam oksalat dalam sayuran dapat mengikat besi dan mengurangi absorpsinya. Selain itu tannin dalam teh juga mengurangi absorpsi besi. Zink dan besi juga berkompetisi dalam absorpsi. Absorpsi besi pada manusia berkurang 18% dan 82% untuk pangan yang mengandung 2 dan 250 mg pitat. Penambahan 50 mg asam askorbat terhadap pangan akan menetralkan efek inhibitor dari pitat (WHO, 1989).

Konsumsi protein berperan dalam mengangkut besi ke kelenjar payudara. Transferin dan laktoferin adalah protein pengangkut besi yang secara struktural dan fungsional hampir sama. Berperannya transferin dan laktoferin secara baik akan menentukan terhadap kadar besi ASI sehingga selain konsumsi besi, konsumsi protein juga diduga dapat menentukan kadar besi ASI. Lewatnya besi dari plasma ke air susu dalam kelenjar payudara merupakan difusi pasif sehingga diduga ada korelasi positif antara kadar besi dalam plasma dengan kadar besi dalam air susu (Domeklof, 2004).

Besi diabsorpsi di usus halus. Dari usus halus diangkut oleh protein transferin plasma ke sumsum tulang untuk membentuk hemoglobin dalam sel darah merah dan dilepaskan ke aliran darah. Dari darah dialirkan ke bagian lain dan simpanan besi seperti feritin, hemosiderin, mioglobin, dan besi enzim. Proses pengaturan besi di kelenjar payudara adalah besi diangkut dari darah oleh protein laktoferin ke kelenjar payudara sehingga transferin dan laktoferin berperan dalam pengangkutan besi sampai ke kelenjar payudara. Karena besi adalah pengikat alamiah transferin, kadar plasma transferin dapat diukur dengan jumlah besi yang mengikatnya yang disebut sebagai kemampuan pengikat besi total (*total iron binding capacity*).

Sel menggunakan transferin reseptor (TfRs) dalam mengatur kadar besi selular sehingga ada peran TfRs di kelenjar payudara dalam mengatur kadar besi ASI yang diketahui melalui percobaan hewan. Dari percobaan ditemukan adanya hubungan antara penurunan kadar besi ASI selama laktasi dengan kadar TfRs di kelenjar payudara. Pada tikus defisiensi besi mempunyai kadar TfRs payudara yang lebih tinggi sebagai kompensasi kadar besi yang rendah. Sebaliknya pada tikus dengan asupan besi tinggi mempunyai kadar TfRs di payudara yang lebih tinggi daripada kontrol tetapi kadar besi ASI sama dengan kontrol. Hal ini berarti bahwa pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar besi rendah dimana salah satu tahapan pengambilan dan sekresi besi dalam payudara bergantung pada status besi normal. Latulippe *et al* (1999) juga menyatakan hal yang sama yaitu pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar folat rendah.

Perubahan komposisi zat gizi ASI terjadi pada minggu pertama. Kolostrum adalah cairan yang disekresi kelenjar payudara segera setelah lahir. Setelah periode kolostrum yaitu 4–7 hari kadar lemak dan laktosa meningkat sedangkan kadar protein dan mineral

menurun. Kadar besi dalam ASI tinggi saat lahir. Rata-rata kadar besi dalam ASI *mature* berkisar 0,2-0,9 mg/liter (Casey, 1989). Kadar besi dalam ASI rendah tetapi banyak mengikat protein sehingga ketersediaannya baik. Kadar besi dalam susu sapi berkisar 0,05 mg/100 gr susu, sedangkan dalam ASI 0,03 mg/100 ml susu. Kadar tertinggi terdapat pada awal penyusuan yaitu 0,04 mg/100 ml, dan akan berkurang selama 6-8 minggu pertama (Picciano dan Guthrie, 1986).



2.6. Review hasil penelitian tentang zink dan besi

Beberapa studi pengaruh asupan zink dan besi terhadap kadar zink dan besi disajikan dalam tabel 2.9.

Studi	Contoh & Desain	Perlakuan	Outcome	Hasil
Maria Wijaya (2001)	Suplementasi 23 minggu anak 6-12 bulan, RCT	4 kelompok: 1. Harian 1 RDA multi gizi 2. Mingguan 2 RDA multi gizi 3. Harian 10 mg Fe 4. Harian plasebo	Hb, feritin plasma, zink plasma	-Perubahan feritin terbesar berturut adalah kelompok 3, kelompok 1, kelompok 2, dan kelompok 4 -Perubahan Zn terbesar berturut adalah kelompok 1, kelompok 3, kelompok 2, dan kelompok 4.
Dijkhuizen, et al (2001)	478 bayi, RCT	4 kelompok suplementasi 6 bulan: 1. 10 mg besi/hari 2. 10 mg Zn/hari 3. 10 mg besi + 10 mg Zn/hari 4. Plasebo	Zn plasma, feritin plasma, tinggi lutut	-Tidak ada dampak suplementasi Fe & Zn terhadap perubahan TB/U -Tidak ada dampak suplementasi Fe & Zn terhadap pertumbuhan ponderal -Persentase stunting (Z skor TB/U < -2,0) lebih besar kelompok plasebo setelah suplementasi
Riyadi (2002)	Anak 6-24 bulan, RCT	3 kelompok: 1. Harian 15 mg Zn + 15 mg Fe 2. Mingguan 30 mg Zn + 30 mg Fe 3. Plasebo, durasi 5 bulan	Hb, Zn serum, TB, BB	Suplementasi harian dan mingguan sama efektifnya dalam meningkatkan pertumbuhan anak, Zn serum dan Hb anak
Lind et al (2003)	680 bayi 6-12 bulan RCT	4 kelompok suplementasi harian: 1. 10 mg Fe 2. 10 mg Zn 3. 10 mg Fe + 10 mg Zn 4. Plasebo, durasi 6 bulan	-Zn, feritin serum -PB, BB	-Zn & feritin serum kelompok 1, 2 dan 3 lebih tinggi daripada kelompok plasebo -BB, PB kelompok 1, 2 dan 3 lebih tinggi daripada kelompok plasebo
Penny et al (2004)	246 anak 6-36 bulan yang diare persisten, RCT	3 kelompok: 1. kelompok Zn 2. Zn + Vit, mineral 3. Plasebo, durasi 6 bulan	Zn plasma, feritin plasma, Hb, PB, BB	-Zn & feritin plasma kel 1 dan 2 lebih tinggi daripada plasebo -BB, PB, Zn, dan Zn + Vit, mineral lebih tinggi daripada plasebo
Evawany (2007)	60 ibu menyusui, RCT	2 kelompok: 1. Mie instan fortifikasi Zn, Fe + Vitamin 2. Plasebo, durasi 4 bulan	-Zn & Fe ASI -Zn, Fe & feritin plasma -PB, BB	-Fe ASI dan feritin ibu lebih tinggi daripada kelompok plasebo -Zn ASI tidak ada perbedaan dengan kelompok plasebo -BB, PB lebih tinggi daripada kelompok plasebo

Dari enam studi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa; 1) ada pengaruh asupan zat gizi mikro atau pemberian suplementasi terhadap peningkatan status Zn dan Fe dalam

plasma darah tubuh; 2) sementara pada ASI terdapat perbedaan pengaruh antara asupan zat gizi mikro atau suplementasi terhadap peningkatan kadar Zn dan Fe dalam ASI.

2.7. Kerangka konseptual penelitian

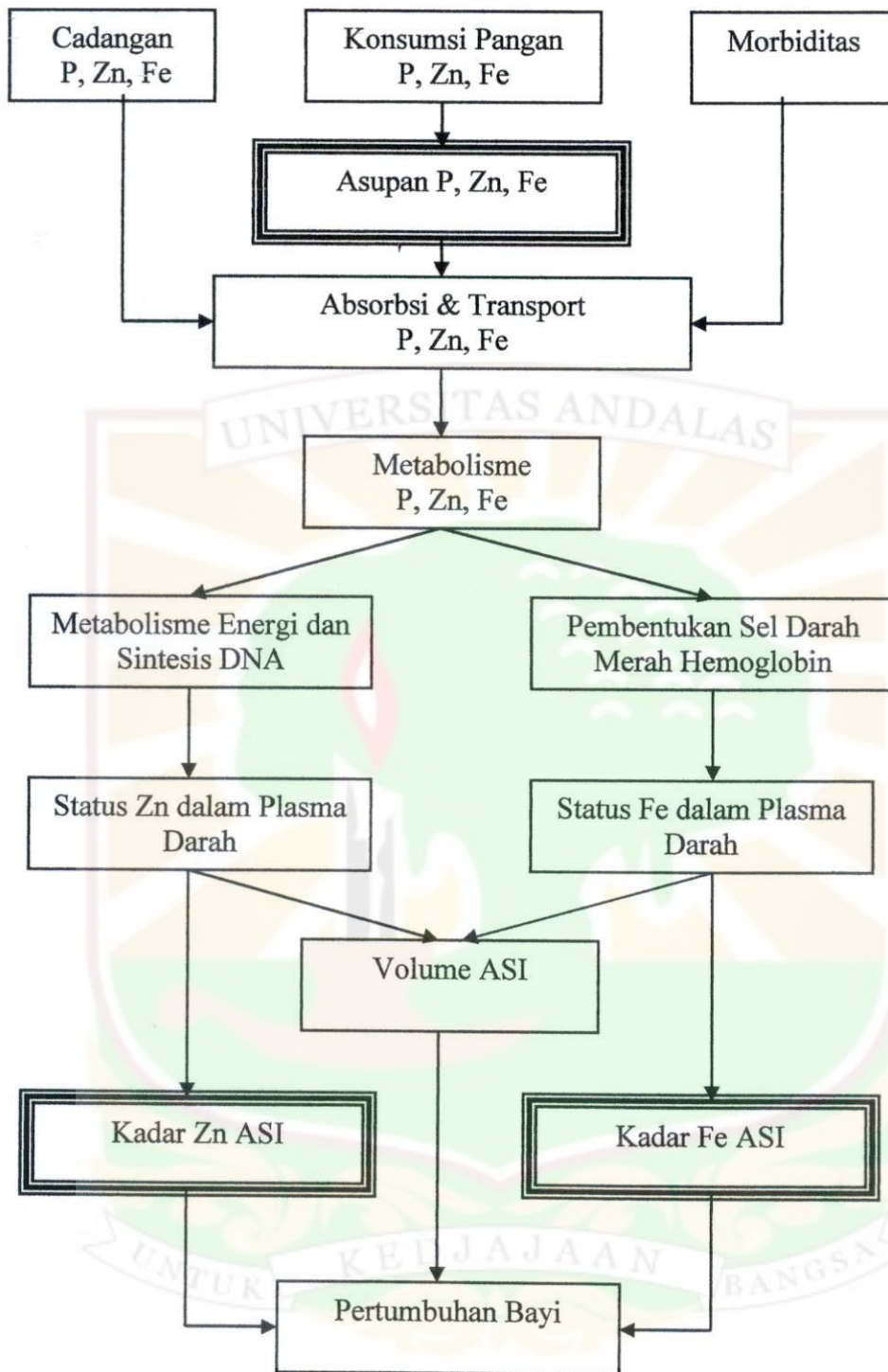
Kebutuhan gizi bayi yang tercukupi dengan baik dimanifestasikan dengan penambahan berat badan dan panjang badan yang sesuai dengan umurnya. Konsumsi gizi yang tidak cukup baik jumlah dan mutunya akan mengganggu/menghambat pertumbuhan bayi dan defisiensi berbagai zat gizi seperti zink dan besi. Hal lain yang mempengaruhi pertumbuhan bayi adalah morbiditas bayi dimana morbiditas tinggi mengakibatkan bayi sering sakit dengan durasi lama sehingga menghambat pertumbuhan bayi karena asupan makanan menjadi rendah akibat berkurangnya selera makan. Disamping itu adanya penyakit akan mengakibatkan terganggunya absorpsi zat gizi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bayi. Sebaliknya pertumbuhan bayi yang terganggu akan mengakibatkan menurunnya kekebalan yang beresiko terhadap terjadinya infeksi penyakit (UNICEF, 1999).

Kebutuhan gizi bayi 0-6 bulan diperoleh melalui ASI sehingga produksi ASI yang cukup baik jumlah dan kualitasnya sangat menentukan terhadap pertumbuhan bayi. Dengan demikian upaya perbaikan gizi pada bayi 0-6 bulan hanya dapat dilakukan melalui perbaikan gizi ibunya. Berdasarkan hal tersebut maka ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi. Status gizi ibu ini mempunyai hubungan timbal balik dengan morbiditas ibu. Ibu yang berstatus gizi baik mempunyai daya tahan tubuh yang baik sehingga morbiditas rendah yang ditandai dengan jarangya ibu menderita sakit dengan durasi lama. Sebaliknya bila ibu sering sakit dengan durasi

lama dapat menurunkan status gizi ibu karena infeksi yang menyebabkan terganggunya metabolisme zat gizi (UNICEF, 1999).

Konsumsi pangan ibu menyusui yang tidak memenuhi kebutuhan gizinya akan mengakibatkan timbulnya defisiensi gizi seperti defisiensi zink dan besi. Defisiensi zink dan besi merupakan defisiensi yang banyak dialami oleh ibu menyusui karena rendahnya konsumsi pangan sumber besi dan zink. Hal ini dapat terlihat secara biokimia melalui pemeriksaan kadar hemoglobin dan kadar feritin serum ibu ataupun analisis konsumsi gizi.

Asupan berbagai zat gizi makro dan mikro seperti zink dan besi diharapkan dapat memenuhi kebutuhan zink dan besi bagi ibu menyusui sehingga ASI yang dihasilkan juga dapat mempunyai kadar zink dan besi yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan bayi. Asupan zink dan besi yang cukup dan berbagai studi yang telah membuktikan bawa zink dan besi secara signifikan berperan dalam pertumbuhan.



Keterangan:



diperiksa

Gambar 4 Skema kerangka konseptual penelitian hubungan asupan zat gizi ibu menyusui terhadap kadar zink dan besi ASI

BAB III

METODA PENELITIAN

3.1. Desain penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah “*Cross Sectional*” dimana mempelajari hubungan antara asupan protein, zink dan besi pada ibu menyusui terhadap kadar zink dan besi ASI. Pengukuran terhadap variabel bebas dan variabel tergantung dilakukan sekali dan dalam waktu yang bersamaan (Sudigdo, 1995).

3.2. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada Kecamatan Mandiangin Kota Selayan Kota Bukittinggi Propinsi Sumatera Barat. Bukittinggi dipilih berdasarkan masih tingginya prevalensi gizi buruk dan gizi kurang pada balita yaitu 13,9% dan memiliki masih tinggi status gizi ibu kurus (IMT Ibu) yaitu (7,6%) (Dinkes Propinsi Sumbar, 2004), sedangkan Kecamatan Mandiangin Koto Selayan (MKS) dipilih dengan dasar pertimbangan 1) mempunyai cakupan program pemberian pil besi dalam jumlah kecil dibanding dengan kecamatan yang lain yaitu 90,2% cakupan pil besi pada ibu hamil (Dinkes Kota Bukittinggi, 2007); dan 2) kemudahan dalam pemantauan saat pelaksanaan penelitian.

Penelitian dilakukan selama 4 bulan mulai bulan April 2008 sampai Juli 2008 yang diawali dengan pengurusan ijin penelitian, *ethical clearance*, sosialisasi pada aparat kecamatan, puskesmas, kepala lurah, bidan, dan kader tentang tujuan, cara pelaksanaan dan manfaat penelitian.

Pemeriksaan kadar zink dan besi dilakukan oleh tenaga laboratorium di Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) Padang.

3.3. Populasi dan sampel

3.3.1. Populasi adalah semua ibu menyusui yang mempunyai bayi berusia 1–6 bulan dalam wilayah kerja puskesmas Mandiangin Kota Selayan Kota Bukittinggi.

3.3.2. Cara pengambilan sampel

3.3.2.1. Besar sampel.

Sampel adalah ibu menyusui dengan anaknya berusia 1 - 6 bulan. Untuk menentukan besar sampel pada penelitian ini dengan menggunakan rumus sampel tunggal untuk perkiraan rerata dengan ketepatan absolut (Sudigdo, 1995) adalah:

$$n = \left[\frac{z\alpha \times s}{d} \right]^2$$

n = ukuran sampel

s = simpangan baku populasi standar kadar zink ASI (1,5 mg/l)

zα = tingkat kemaknaan α = 0,05 (1,960)

d = perbedaan rerata zink ASI klinis yang diinginkan (0,30 mg/l)

Dari perhitungan diperoleh jumlah sampel ibu menyusui yang diperlukan adalah 43 orang dan untuk menghindari kehilangan sampel diperbesar menjadi 50 ibu menyusui.

3.3.2.2. Metode pengambilan sampel.

Cara pengambilan sampel menggunakan metode Sampel Acak Sederhana (*Simple Random Sampling*) dimana setiap ibu menyusui sesuai dengan kriteria mempunyai kesempatan yang sama untuk diambil sebagai sampel. Cara pengambilan sampel ini dilakukan dengan beberapa tahap yang diawali dengan melakukan sensus ibu menyusui oleh kader sesuai dengan kriteria. Pada pelaksanaannya kecamatan dibagi menjadi kelurahan kemudian diambil sampelnya. Selanjutnya, dari sampel kelurahan diambil

sampel RW atau posyandu dan semua ibu menyusui merupakan sasaran penelitian dengan kriteria yang ditetapkan:

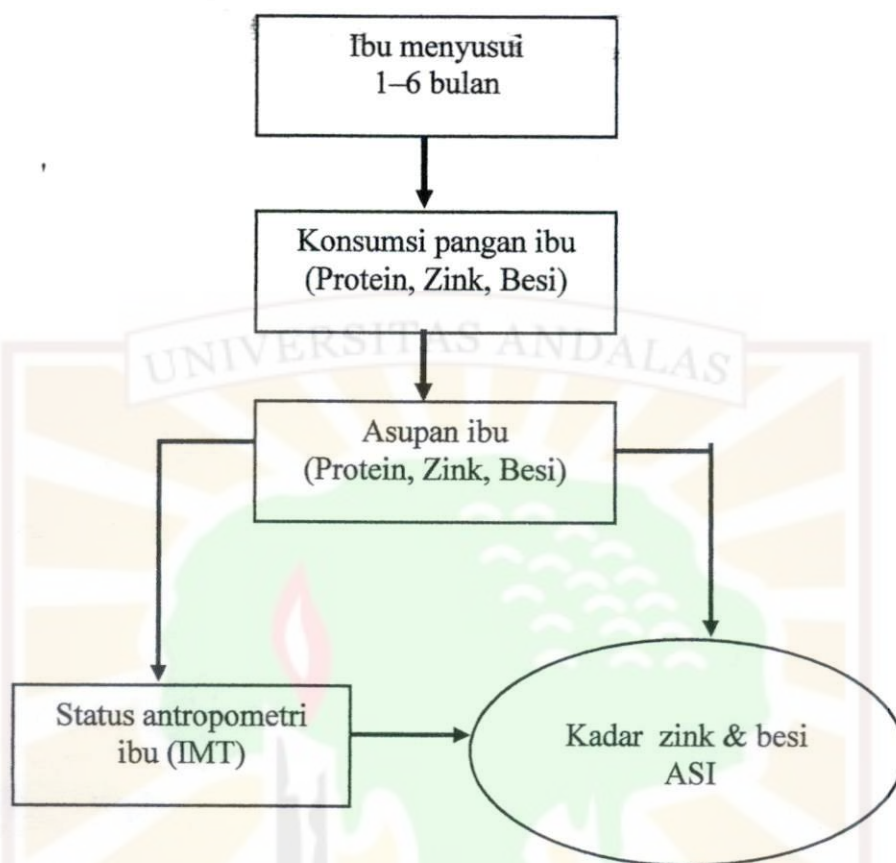
3.3.2.2.1. Kriteria inklusi sampel adalah 1) ibu menyusui mempunyai bayi 1- 6 bulan, 2) ibu menyusui berusia 18-38 tahun; 3) ibu melahirkan cukup bulan yaitu mempunyai usia kehamilan 36 – 40 minggu; 4) ibu menyusui sehat jasmani dan rohani; dan 5) bersedia secara sukarela terlibat dalam penelitian.

3.3.2.2.2. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah 1) sedang menderita penyakit parah dan berat badan rendah; 2) ibu menyusui tidak mempunyai tempat tinggal tetap; 3) ibu menyusui menolak berpartisipasi.

3.4. Variabel dan definisi operasional.

Variabel	Definisi operasional	Alat ukur	Cara ukur	Hasil ukur	Skala ukur
Asupan zat gizi ibu	Jumlah zat gizi (protein, Zn, Fe) dari keseluruhan pangan dikonsumsi ibu.	Kuesioner, URT	Wawancara kuesioner Food Frekuensi Semi Kuantitatif (FFQ).	gr & mg AKG	Interval
Status gizi ibu	Keadaan gizi ibu berdasarkan Indeks Masa Tubuh (IMT) yaitu berat badan (kg)/tinggi badan (m ²)	Tinggi badan microtoise Timbangan injak	Ukur tinggi badan Penimbangan BB	Kurang (IMT < 18) Normal (18 < IMT < 25) Lebih (IMT ≥ 25)	Interval
Kadar Zn, Fe dalam ASI	Jumlah zink dan besi yang terkandung dalam ASI yang dinyatakan dalam mg/l	AAS	Pemanasan plat (destruksi)	mg/l	Interval

3.6. Alur penelitian.



Gambar 6. Skema alur penelitian hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar zink dan besi ASI

3.5. Pengumpulan data

3.5.1. Data

Data terdiri dari karakteristik ibu menyusui (besar keluarga, pendidikan, pekerjaan dan pendapatan keluarga), asupan protein, zink dan besi (konsumsi pangan), anthropometri, kadar zink dan besi ASI.

3.5.2. Cara pengumpulan data

3.5.2.1. Persiapan petugas:

Sosialisasi dan persamaan persepsi pada petugas yang terlibat langsung dalam kegiatan penelitian ini seperti: kader, bidan, perawat dan petugas gizi. Persiapan dalam pengumpulan data: 1) terhadap 6 orang kader posyandu dijelaskan tentang kriteria ibu menyusui yang dilakukan pendataan untuk diambil sebagai sampel. 2) terhadap 3 orang bidan kelurahan dan 1 orang perawat dijelaskan tentang pengukuran tekanan darah, pengukuran tinggi badan, berat badan dan cara pengambilan ASI. 3) terhadap 2 orang petugas enumerator gizi dijelaskan cara mengkaji asupan zat gizi melalui wawancara *Food Frekuensi Semi Kuantitatif Kuesioner* (FFQ).

3.5.2.2. Pelaksanaan pengumpulan data.

Ibu menyusui yang sesuai kriteria inklusi sampel diundang dan dikunjungi kerumah untuk mendapat penjelasan tentang tujuan, cara pelaksanaan, resiko dan manfaat penelitian. Apabila ibu dan kepala keluarga bersedia dibuat surat persetujuan kesediaan mengikuti penelitian (*informed consent*). Terhadap ibu menyusui ini dilakukan pengumpulan data dan wawancara kesehatan yang meliputi:

3.5.2.1. Pengambilan data karakteristik: besar keluarga, pendidikan, pekerjaan dan pendapatan keluarga menggunakan kuisisioner melalui wawancara oleh peneliti.

3.5.2.2. Pengukuran antropometri: menimbang berat badan dengan timbangan injak dengan merek EMPIRE (ketelitian 0,1 kg) dan mengukur tinggi badan diukur dengan microtoise (ketelitian 0,1 cm) oleh bidan, perawat, peneliti dan dicatat ke dalam kuisisioner. Untuk menjaga ketelitian dalam pengukuran semua alat ukur timbangan berat badan dan tinggi badan dilakukan peneraan untuk verifikasi.

3.5.2.3. Pengukuran tekanan darah dan wawancara kesehatan oleh bidan dan perawat.

3.5.2.4. Asupan zat gizi ibu menyusui (konsumsi pangan) didapat melalui *food frekuensi semi kuantitatif kuesioner* (FFQ) oleh D III Gizi.

3.5.2.5. Pengambilan ASI ibu menyusui dilakukan oleh Bidan dan Perawat. Pengambilan ASI dibagi 3 tahap: tahap pertama 17 sampel ASI, tahap dua 16 sampel ASI dan tahap ketiga 14 sampel ASI dengan total jumlah 47 sampel dari 50 sampel yang direncanakan. Dalam pelaksanaan pengambilan ASI ini 3 orang ibu menyusui mengundurkan diri dengan alasan 2 orang sampel liburan keluarga kota dan 1 orang pindah rumah. Dengan adanya 3 orang mengundurkan diri akhirnya sampel berjumlah 47 orang ibu menyusui. Setiap tahap berselang waktu tiga hari, berdasarkan kesepakatan dan kesempatan laboratorium untuk pemeriksaan.

3.5.2.6. Pemeriksaan kadar zink dan besi ASI dilakukan oleh petugas Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) Padang.

3.5.3. Cara pengambilan ASI

Pengambilan ASI dilakukan oleh tenaga D III Bidan dan S1 perawat pada pagi hari mulai pukul 08.00 pagi sampai pukul 12.00. Sebelum tindakan pengambilan ASI dipersiapkan botol yang telah disterilkan. Sterilisasi botol bertujuan untuk menjamin bahwa botol sudah bebas mineral. Tahapan pensterilan botol ini dilakukan dengan merendam botol dengan larutan HCL selama 1 malam, kemudian botol dicuci dengan air bebas ion, dan dikeringkan. Setelah botol kering diberi label nomor dan nama ibu yang diambil ASI nya. Sebelum ASI diambil, kedua payudara ibu harus dalam keadaan bersih. ASI yang diambil adalah ASI tengah dengan cara; 1) ibu menyusui bayinya terakhir \pm 2 jam yang lalu, 2) bayi disusukan setelah \pm 5 menit kemudian dihentikan untuk pengambilan sampel ASI dengan cara diperas ditampung dalam piring/gelas. Piring/gelas

penampung ASI sebelumnya dicuci dan dikeringkan. ASI yang telah diambil, di masukan pada botol dengan menggunakan spuit sebanyak ± 30 ml. Selanjutnya disimpan dalam termos es dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

3.5.4. Cara kerja penentuan kadar zink dan besi ASI.

3.5.4.1. Prinsip

Sampel didestruksi dengan asam nitrat hingga jernih dan berwarna kuning pucat. Larutan hasil destruksi diukur dengan Flame AAS.

3.5.4.1. Cara kerja

Langkah-langkah kerja destruksi dan ukur degan flame AAS: 1) dipipet aquadest bebas ion (sebagai blanko) 10 ml kedalam beaker glass 100 ml. 2) dipipet sampel 10 ml dimasukkan kedalam beaker glass 100 ml. 3) dipipet spike sampel (recovery test) 10 ml dimasukkan kedalam beaker glass 100 ml. 4) tambahkan (blanko, sampel dan spike sampel) 10 ml asam nitrat p.a. 5) tambahkan 2 ml Hidrogen peroksida 30%. 6) tutup dengan kaca arloji. 7) panaskan diatas hot plate perlahan-lahan hingga timbul asap berwarna coklat. 8) lanjutkan pemanasan hingga larutan menjadi jernih dan kuning pucat. 9) apabila larutan tidak jernih dan kuning pucat, ulangi tahapan no. urut 4. 10) saring kedalam labu ukur 10 ml dan bilas dengan larutan aquades bebas ion. 11) add tanda batas dengan aquabides bebas ion. 12) sampel siap untuk diukur dengan Flame AAS. 13) ukur kadar zink dan besi dengan kurva kalibrasi.

3.5.4.1. Pengendalian Mutu

Recovery sampai spike 90 – 110% dan repilkasi maksimal 10%.

3.6. Pengolahan dan analisis data

3.6.1. Pengolahan data

3.6.1.1. *Editing data*

Editing data dilakukan secara manual, untuk pengecekan isian formulir atau kuesioner apakah jawaban yang ada dikuesioner sudah lengkap, jelas, relevan dan konsisten. Pengolahan data secara manual: 1) menentukan status gizi ibu menggunakan rumus berat badan (BB) kg dibagi tinggi badan (TB) m² dengan kategori kurang ($IMT < 18$), normal ($18 < IMT < 25$) dan lebih ($IMT \geq 25$), 2) konsumsi bahan makanan dikonversi berdasarkan DKBM, DKGJ, DKMM, DKPM dan DURT. 2) asupan zat gizi dikategorikan berdasarkan AKG dengan koreksi terhadap BB nyata individu dengan BB standar yang ada pada tabel AKG (Darwin dan Muhilal, 1996). Asupan protein, zink dan besi baik bila besar dari AKG dan kurang bila kecil dari AKG. 3) kadar zink dan besi ASI berdasarkan umur bayi dengan kategori baik dan kurang.

3.6.1.2. *Coding*

Koding merupakan kegiatan merubah data berbentuk kategorik menjadi data berbentuk angka/bilangan. Untuk mempermudah pada saat analisis data.

3.6.1.3. *Entri data*

Data di entri secara komputerisasi dengan program SPSS untuk variabel independen dan dependen. Program *Food Processor* berdasarkan DKBM (Daftar Komposisi Bahan Makanan) untuk konsumsi bahan makanan.

3.6.1.4 Cleaning data

Sebelum data diolah terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap data yang telah dikumpulkan dan dilakukan pembersihan data bila data yang kurang atau apakah ada kesalahan.

3.6.2. Analisa data

3.6.2.1. Analisis univariat

Analisis untuk menggambarkan distribusi frekuensi, rata-rata dan standar deviasi semua variabel yang diteliti, antara lain: data karakteristik ibu menyusui, IMT ibu menyusui, asupan zat gizi ibu menyusui, kadar zink dan besi ASI. Analisis zat gizi dalam pangan menggunakan program *Food Processor* berdasarkan DKBM, DKGJ, DKMM, DKP dan DURT negara Indonesia dan ASIA.

3.6.2.2. Analisis bivariat.

Analisis yang dipakai adalah uji Kai Kuadrat untuk melihat hubungan masing-masing variabel asupan protein, zink, besi, status gizi ibu, umur bayi terhadap kadar zink dan besi ASI.

3.6.2.3. Analisis multivariat.

Analisis multivariat menghubungkan antara beberapa variabel independen asupan protein, zink, besi, status gizi dan umur bayi terhadap kadar zink ASI. Variabel independent asupan protein, zink, besi, status gizi dan umur bayi terhadap variabel dependent kadar besi ASI dengan uji regresi logistik.

BAB IV

ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1. Karakteristik responden ibu menyusui 1 – 6 bulan.

Karakteristik responden ibu menyusui yang terdiri dari umur ibu, jumlah keluarga, tingkat pendidikan, pekerjaan dan pendapatan keluarga yang ditampilkan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Table 4.1 Rata-rata karakteristik responden ibu menyusui 1 – 6 bulan.

No	Karakteristik ibu	Mean \pm SD	Miminal	Maksimal
1	Umur (tahun)	29,38 \pm 4,87	19	38
2	Jumlah keluarga	4,74 \pm 1,38	3	8
3	Pendapatan keluarga (Rp./bln)	1.709.575 \pm 1.272.905	400.000	6.200.000

Pada tabel 4.1 ditunjukkan bahwa rata-rata umur ibu menyusui 29 tahun dengan umur terendah 19 tahun dan tertinggi 38 tahun. Jumlah anggota keluarga yang tinggal serumah rata-rata 5 orang dengan terendah jumlah anggota keluarga 3 orang dan terbanyak 8 orang. Pendapatan keluarga rata-rata 1,7 juta dengan pendapatan terendah Rp.400.000 dan yang tertinggi Rp.6,2 juta.

Tabel 4.2 Distribusi frekuensi responden ibu berdasarkan pendidikan dan pekerjaan.

No	Karakteristik ibu	f	%
1	Pendidikan:		
	Tidak tamat SD	0	0
	Tamat SD/MI	4	8,5
	Tamat SMP/ sederajat	13	27,7
	Tamat SMA/ sederajat	16	34,0
	Tamat Akademi /PT	14	29,8
2	Pekerjaan:		
	Tidak bekerja /RT	33	70,2
	Buruh (tani,pabrik,cuci)	2	4,3
	Dagang	1	2,1
	Pegawai swasta	6	12,8
	Pegawai negeri	3	6,4
	Lain-lain: BUMN,Honor	2	4,3

Pada tabel 4.2 terlihat bahwa tingkat pendidikan ibu terbanyak pada tingkat pendidikan SMA/ sederajat. Pada pekerjaan ibu terbanyak adalah tidak bekerja/ ibu rumah tangga.

4.2. Status gizi ibu menyusui

Status gizi dapat dinilai berdasarkan IMT (Indeks Massa Tubuh) dengan rumus berat badan (kg) / tinggi badan (m)² yang dikategorikan menjadi status gizi kurang, normal (baik), dan status gizi lebih yang disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 Rerata berat badan, tinggi badan dan status gizi ibu berdasarkan IMT

No	Variabel	Mean \pm SD	Mimimal	Maksimal
1	Berat badan	53,90 \pm 8,80 kg	35,5 kg	80,0 kg
2	Tinggi badan	152,65 \pm 5,33 cm	143,0 cm	172,0 cm
3	Status gizi (IMT)	22,91 \pm 6,51	15,2	28

Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa rata-rata berat badan responden ibu menyusui 53,39 kg, tinggi badan 152,65 cm dan status gizi rata-rata normal.

Tabel 4.4 Distribusi frekuensi status gizi ibu berdasarkan IMT

No	Status gizi	f	%
1	Kurang (IMT < 18)	5	10,6
2	Normal (18 < IMT < 25)	29	61,7
3	Lebih (IMT \geq 25)	13	27,7

Pada tabel 4.4 terlihat status gizi ibu berdasarkan IMT terbanyak adalah status gizi normal lalu diikuti status gizi lebih dan status gizi kurang dengan persentase 10,6%.

4.3. Asupan zat gizi ibu berdasarkan AKG.

Tabel 4.5 Distribusi frekuensi dan rata-rata asupan protein, zink dan besi Ibu berdasarkan AKG.

No	Asupan	f	%	Mean \pm SD
1	Protein (gr):			42,3 \pm 15,01
	Kurang	31	66,0	
	Baik	16	34,0	
2	Zink (mg):			26,40 \pm 9,59
	Kurang	5	10,6	
	Baik	42	89,0	
3	Besi (mg):			17,20 \pm 5,78
	Kurang	20	42,6	
	Baik	27	57,4	

Pada tabel 4.5 ditunjukkan bahwa asupan berdasarkan AKG baik terbanyak secara berturut-turut adalah asupan zink dan besi. Asupan berdasarkan AKG kurang terbanyak secara berturut-turut adalah protein dan besi.

4.4. Kadar zat dalam ASI

Tabel 4.6 Distribusi frekuensi kadar zink dan besi ASI.

No	Kadar zat dalam ASI	Umur bayi			
		1 – 3 bulan	4 – 6 bulan	%	Mean \pm SD
		f	f		
1	Zink (mg/L):				1,15 \pm 1,13
	Kurang	8	19	57,4	
	Baik	12	8	42,6	
2	Besi (mg/L):				0,48 \pm 0,12
	Kurang	12	10	46,8	
	Baik	8	17	53,2	

Pada tabel 4.6 terlihat bahwa dari kedua kadar zat dalam ASI terbanyak pada umur bayi 4 – 6 bulan zink kurang dan besi baik.

4.4. Hubungan asupan terhadap kadar zat dalam ASI.

Tabel 4.7 Hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar zink ASI.

No	Asupan	Kadar zink ASI		p Value
		Kurang	Baik	
		%	%	
1	Protein			0,458
	Kurang	61,3	38,7	
	Baik	50,0	50,0	
2	Zink			0,042
	Kurang	80,0	20,0	
	Baik	52,4	47,6	
3	Besi			0,82
	Kurang	58,3	41,7	
	Baik	54,5	45,5	

Pada tabel 4.7 terlihat bahwa hubungan antara asupan protein terhadap kadar zink ASI pada ibu menyusui dengan hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,458$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan protein terhadap kadar zink ASI.

Hasil uji statistik hubungan asupan zink terhadap kadar zink ASI diperoleh nilai $p=0,042$ maka dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara asupan zink terhadap kadar zink ASI.

Hasil uji statistik hubungan asupan besi terhadap zink ASI diperoleh nilai $p=0,82$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan besi terhadap kadar zink ASI.

Tabel 4.8 Hubungan asupan protein, zink dan besi terhadap kadar besi ASI

No	Asupan	Kadar Besi ASI Ibu		p Value
		Kurang	Baik	
		%	%	
1	Protein			0,002
	Kurang	69,6	30,4	
	Baik	25,0	75,0	
2	Zink			0,11
	Kurang	80,0	20,0	
	Baik	42,9	57,1	
3	Besi			0,006
	Kurang	70,0	30,0	
	Baik	29,6	70,4	

Pada tabel 4.8 terlihat bahwa hubungan asupan protein terhadap kadar besi ASI dengan hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,002$ maka dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara asupan protein dengan kadar besi ASI.

Hasil uji statistik hubungan asupan zink terhadap kadar besi ASI diperoleh nilai $p=0,11$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan zink dengan kadar besi ASI.

Hasil uji statistik hubungan asupan besi terhadap kadar besi ASI diperoleh nilai $p=0,006$ maka dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara asupan besi dengan kadar besi ASI.

Tabel 4.9 Hubungan status gizi, umur bayi terhadap kadar zink ASI

No	Variabel	Kadar zink ASI		p Value
		Kurang	Baik	
		%	%	
1	Status gizi			0,068
	Kurang	60,0	40,0	
	Normal	69,0	31,0	
	Lebih	30,8	69,2	
2	Umur bayi			0,037
	1 – 3 bulan	40,0	60,0	
	4 – 6 bulan	70,4	29,6	

Pada tabel 4.9 terlihat bahwa hubungan antara status gizi ibu menyusui terhadap kadar zink ASI diperoleh nilai $p=0,068$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi ibu menyusui terhadap kadar zink ASI.

Hasil uji statistik hubungan umur bayi terhadap kadar zink ASI diperoleh nilai $p=0,037$ berarti ada hubungan yang signifikan antara umur bayi terhadap kadar zink ASI.

Tabel 4.10 Hubungan status gizi, umur bayi terhadap kadar besi ASI

No	Variabel	Kadar besi ASI		p Value
		Kurang	Baik	
		%	%	
1	Status gizi			0,27
	Kurang	20,0	80,0	
	Normal	44,8	55,2	
	Lebih	61,5	38,5	
2	Umur bayi			0,119
	1 – 3 bulan	60,0	40,0	
	4 – 6 bulan	37,0	63,0	

Pada tabel 4.10 terlihat bahwa hubungan status gizi terhadap kadar besi ASI pada ibu menyusui diperoleh nilai $p=0,27$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi terhadap kadar besi ASI.

Hasil uji statistik hubungan umur bayi terhadap kadar besi ASI diperoleh nilai $p=0,119$ berarti tidak ada hubungan yang signifikan antara umur bayi terhadap kadar besi ASI.

4.5. Uji analisis multivariat.

Agar diperoleh yang mampu menjelaskan hubungan variabel independen dengan dependent diperlukan uji analisis regresi logistik. Melakukan analisis bivariat antara variabel independent dengan variabel dependentnya. Bila hasil uji bivariat mempunyai nilai $p<0,25$ maka variabel tersebut dapat masuk dalam model multivariat.

4.5.1. Multivariat terhadap kadar zink ASI

Untuk menganalisis hubungan variabel independen: asupan zink dan umur bayi dengan variabel dependent kadar zink ASI. Pada tahap pemodelan didapat nilai asupan zat gizi zink $p=0,764$ dan nilai umur bayi $p=0,041$, maka yang bisa dilanjutkan ke analisis multivariat adalah umur bayi. Satu variabel yang masuk ke multivariat yaitu umur bayi maka pemodelan berakhir pada langkah ini dengan alasan untuk analisis multivariat harus mempunyai syarat dua variabel independent.

Dapat diambil kesimpulan bahwa yang paling berhubungan dengan kadar zink ASI adalah umur bayi dibanding dengan asupan zat gizi zink pada tahap pemodelan uji bivariat.

4.5.2. Multivariat terhadap kadar Besi ASI.

Untuk menganalisis hubungan variabel independen: asupan protein dan asupan besi dengan variabel dependent kadar besi ASI. Pada tahap pemodelan didapat nilai asupan protein $p=0,003$ dan nilai asupan besi $p=0,008$, sehingga protein dan besi dapat dilanjutkan ke analisis multivariat. Selajutnya variabel yang berhubungan signifikan dengan variabel dependent di analisis multivariat yaitu asupan protein dan besi. Hasil uji multivariat ada hubungan yang signifikan antara asupan protein dan asupan besi terhadap kadar besi ASI. Dengan demikian model berakhir variabel asupan protein dan asupan besi yang terdapat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil analisis multivariat: protein dan besi terhadap kadar besi ASI

Variabel	B	Exp(B) -OR-	Sig.
Asupan Protein	2,283	9,804	0,005
Asupan Besi	2,096	8,132	0,012

Hasil uji analisis multivariat menunjukkan bahwa asupan protein dan besi secara bermakna ($p<0,05$) berhubungan terhadap kadar besi ASI. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi protein adalah 9,804 hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan protein lebih tinggi mempunyai peluang 9,804 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan protein rendah. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi besi adalah 8,132 hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan besi lebih tinggi mempunyai peluang 8,132 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan besi rendah.

Dapat ditarik kesimpulan dari hasil uji analisis multivariat ternyata variabel independent yang berhubungan secara signifikan dengan variabel dependent kadar besi ASI adalah variabel asupan protein dan asupan besi.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Karakteristik ibu menyusui

Karakteristik ibu menyusui yang terdiri dari umur ibu, jumlah keluarga, tingkat pendidikan, pekerjaan dan pendapatan keluarga. Umur ibu berada dikisaran rata-rata 29 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa ibu termasuk usia produktif. Jumlah anggota keluarga rata-rata 5 orang, diatas batasan ideal menurut BKKBN. Umumnya keluarga mempunyai dua atau tiga anak. Tingkat pendidikan ibu tergolong sedang karena pendidikan rata-rata SMA/ sederajat. Ibu kebanyakan tidak bekerja/ibu rumah tangga sehingga perolehan penghasilan umumnya bersumber dari bapak. Pendapatan keluarga rata-rata Rp.1.709.575,-, dimana 32% pendapatan keluarga berada dibawah 1 juta per bulan dengan pendapatan minimal Rp.400.000,- dan tertinggi Rp.6.200.000,- per bulan.

Rata-rata berat badan ibu 53,39 kg dengan berat badan terendah 35,5 kg dan berat badan tertinggi 80 kg. Tinggi badan rata-rata 152,65 cm dengan tinggi badan terendah 143 cm dan tertinggi 172 cm. Status gizi ibu berdasarkan IMT umumnya normal, 10,6% ibu mempunyai status gizi kurang dan 27,7% status gizi lebih. Asupan protein, zink dan besi ibu berdasarkan AKG: asupan protein kurang sebesar 66,0%, asupan zink baik sebesar 89,0% dan asupan besi baik 57,4%. Kadar zink ASI kurang pada ibu menyusui 57,4% dengan rata-rata zink ASI 1,15 mg/L dan kadar besi baik 53,2% dengan rata-rata besi ASI 0,48 mg/L.

5.2 Hubungan asupan protein terhadap kadar zink ASI.

Hasil penelitian didapatkan menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan protein terhadap kadar zink ASI pada ibu menyusui, dengan nilai $p=0,458$. Hal ini didukung oleh Krebs (1998) dalam studinya bahwa kadar zink ASI dan status zink ibu pada ibu gizi kurang dengan ibu gizi baik mengemukakan tidak ada perbedaan signifikan kadar zink ASI antara ibu gizi kurang dengan ibu gizi baik.

Sebaliknya pada studi Evawany Aritonang (2007) mengungkapkan bahwa kadar zink ASI secara nyata dipengaruhi oleh konsumsi protein ($p<0,05$). Hal ini sesuai dengan teori bahwa pengangkut utama zink dalam plasma adalah albumin dan α_2 makroglobulin sehingga protein sangat mempengaruhi transport zink. Mekanisme pengaturan kadar zink dalam ASI yaitu zink yang berasal dari serum ibu akan dibawa ke kelenjar payudara untuk selanjutnya disintesis bersama dengan pembentukan air susu ibu. Sekresi zink dalam ASI sangat kompleks dan berhubungan dengan protein susu tertentu. Transporter ZnT-4 di kelenjar payudara berhubungan dengan sekresi zink ke ASI (Krebs *et al*, 1994).

Pada sejumlah studi *cross sectional* dan *longitudinal* menunjukkan tidak konsistennya korelasi antara asupan protein ibu dengan kadar zink ASI. Pemberian zink suplemen pada ibu di Peru setiap hari selama hamil dan minggu pertama laktasi menunjukkan tidak ada pengaruhnya terhadap zink kolostrum atau zink pada ASI 1 bulan atau ASI 3 bulan. Sementara hasil studi di Honduras dan Swedia pada ibu menyusui menunjukkan bahwa perbedaan kadar zink ASI lebih disebabkan oleh perbedaan volume ASI daripada perbedaan zink plasma ibu (Domeklof, 2004). Dalam penelitian ini juga menunjukkan tidak ada hubungan asupan protein terhadap kadar zink ASI dimana AKG kurang dari 70% dengan frekuensi 66,0%.

Beberapa studi menunjukkan kadar zink ASI relatif sama dibanding dengan kadar zink ASI dalam penelitian ini $1,15 \pm 1,13$ mg/L dengan umur penyusuan 1 – 6 bulan adalah studi Dorea (2002) yaitu 1 mg/L pada ibu di Amerika dengan umur penyusuan 6 bulan, studi Krebs (1998) yaitu 1 mg/L pada ibu menyusui di Amerika dengan umur penyusuan 2–3 bulan, studi Pambudi *et al* (1999) pada ibu menyusui di Kabupaten Bogor dan Sukabumi yaitu 0,91–1,07 mg/L, dan studi Casey *et al* (1989) dalam ACC/SCN (1991) yaitu 1–1,5 mg/L dengan umur penyusuan 3 bulan. Sebaliknya studi yang menunjukkan kadar zink ASI lebih tinggi dibanding kadar zink ASI dalam penelitian ini adalah studi Awadi (2000) di Kuwait kadar zink ASI pada ibu dengan umur penyusuan 0–6 bulan adalah $3,2 \pm 0,12$ mg/L, studi Walraven *et al* (2002) dan Krebs (2002) yaitu kadar zink ASI 2–3 mg pada umur penyusuan 2-3 bulan. Dari beberapa studi ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar zink ASI pada ibu menyusui.

Sekitar 70% zink dalam sirkulasi berikatan dengan albumin yang mempengaruhi kadar serum albumin dan mempunyai efek sekunder terhadap kadar zink serum. Kadar zink serum menurun saat hamil akibat peningkatan volume plasma. Zink serum juga menurun karena *hypoalbuminemia* akibat penuaan dan KEP (Kurang Energi Protein). Kadar zink juga dipengaruhi kondisi yang mempengaruhi pengambilan oleh jaringan. Infeksi, trauma akut, dan stres akan meningkatkan sekresi kortisol dan sitokin seperti interleukin yang memperbesar pengambilan zink jaringan sehingga menurunkan kadar zink serum. Selama puasa zink serum meningkat akibat pelepasan oleh otot saat katabolisme. Zink serum juga menurun dengan perubahan hormonal dan *uptake* jaringan dari peredaran zat gizi melalui metabolisme energi. Walaupun zink serum hanya 0,1% dari total zink tubuh, sirkulasi *turnover* zink sangat cepat (150 kali per hari) untuk memenuhi kebutuhan jaringan (Lonnerdal, 1984).

5.3. Hubungan asupan protein terhadap kadar besi ASI.

Hasil penelitian didapatkan menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara asupan protein terhadap kadar besi ASI pada ibu menyusui, dengan nilai $p=0,002$. Sesuai dengan studi Evawany Aritonang (2007) mengungkapkan bahwa pemberian meI instan yang difortifikasi mineral (Ca, I, Se, Zn dan Fe) dan vitamin (A, D, E, folat, B6 dan B12) pada ibu menyusui yang diberikan setiap hari selama 4 bulan meningkatkan kadar besi ASI. Kadar zink ASI secara nyata dipengaruhi oleh konsumsi protein, dan kadar besi ASI secara nyata dipengaruhi oleh konsumsi mie instan fortifikasi dan kadar feritin ibu ($p<0,05$).

Pada penelitian ini kadar besi ASI $0,48 \pm 0,12$ mg/L dengan lama penyusuan 1–6 bulan. Menurut Casey (1989) rata-rata kadar besi dalam ASI *mature* berkisar 0,2-0,9 mg/liter. Kadar besi dalam susu sapi berkisar 0,05 mg/100 gr susu, sedangkan dalam ASI 0,03 mg/100 ml susu. Kadar tertinggi terdapat pada awal penyusuan yaitu 0,04 mg/100 ml, dan akan berkurang selama 6-8 minggu pertama (Picciano dan Guthrie, 1986).

Konsumsi protein dalam studi *et al* (1997) lebih tinggi dari pada konsumsi protein dalam studi ini ($42,20 \pm 15,01$) yaitu $93,3 \pm 5,7$ gr protein pada ibu menyusui 2 – 3 bulan setelah melahirkan. Tingkat kecukupan asupan zat gizi protein relatif rendah berdasarkan AKG yaitu dibawah 70%. Hal ini berarti bahwa pangan yang dikonsumsi ibu menyusui sangat rendah kandungan proteinnya. Keadaan ini lebih disebabkan karena faktor ekonomi yaitu ketidakmampuan ibu membeli pangan sumber gizi sumber protein yang harganya relatif mahal. Ibu menyusui pada penelitian ini berbagai tingkat sosial ekonomi. Pada keadaan fisiologis menyusui kebutuhan gizi ibu meningkat karena kebutuhan untuk memproduksi ASI sehingga rawan terhadap terjadinya gizi kurang (World Bank, 2006).

Rendahnya protein yang dikonsumsi ibu menyusui akan mempengaruhi kemampuan untuk menyediakan ASI dengan kandungan gizi yang cukup untuk pertumbuhan bayi.

Konsumsi protein ini berperan dalam mengangkut besi ke kelenjar payudara. Transferin dan laktoferin adalah protein pengangkut besi yang secara struktural dan fungsional hampir sama. Berperannya transferin dan laktoferin secara baik akan menentukan terhadap kadar besi ASI sehingga konsumsi protein diduga dapat menentukan kadar besi ASI. Lewatnya besi dari plasma ke air susu dalam kelenjar payudara merupakan difusi pasif sehingga diduga ada korelasi positif antara kadar besi dalam plasma dengan kadar besi dalam air susu (Domeklof, 2004). Berdasarkan hal ini maka dapat dikatakan bahwa konsumsi protein, meningkatkan kadar feritin yang lebih tinggi yang akan meningkatkan kadar besi ASI.

5.4. Hubungan asupan zink terhadap kadar zink ASI.

Hasil penelitian didapatkan menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara asupan zink terhadap kadar zink ASI pada ibu menyusui, dengan nilai $p=0,042$. Sesuai dengan studi Krebs (1985) menyimpulkan bahwa suplementasi zink berpengaruh terhadap kadar zink ASI setelah suplementasi 13 mg zink/hari selama 6 bulan. Hasil yang sama juga diungkap oleh Karra (1989) dengan suplementasi 50 mg/hari selama 34 hari. Sebaliknya studi Nasution (2003) menyimpulkan hal yang berbeda yaitu bahwa tidak ada pengaruh pemberian biskuit fortifikasi 15 mg zink yang diberikan 3 kali seminggu selama 3-5 bulan terhadap kadar zink dalam ASI. Studi Dijkhuizen *et al* (2001) juga menyimpulkan bahwa kadar zink ASI tidak berhubungan dengan zink plasma ibu dan zink plasma bayi.

Sejumlah studi *cross sectional* dan *longitudinal* menunjukkan tidak konsistennya korelasi antara asupan zink pangan ibu dengan kadar zink ASI. Pemberian zink suplemen pada ibu di Peru setiap hari selama hamil dan minggu pertama laktasi menunjukkan tidak ada pengaruhnya terhadap zink kolostrum atau zink pada ASI 1 bulan atau ASI 3 bulan. Sementara hasil studi di Honduras dan Swedia pada ibu menyusui menunjukkan bahwa perbedaan kadar zink ASI lebih disebabkan oleh perbedaan volume ASI daripada perbedaan zink plasma ibu (Domeklof, 2004). Selain itu pengamatan kadar zink ASI dan status zink ibu pada ibu gizi kurang dengan ibu gizi baik mengemukakan tidak ada perbedaan signifikan kadar zink ASI antara ibu gizi kurang dengan ibu gizi baik (Krebs, 1998). Dalam penelitian ini didapatkan ada hubungan asupan zat gizi zink terhadap kadar zink ASI ($p < 0,05$).

Zink dilepaskan dari makanan sebagai ion bebas pada proses pencernaan dan diangkut ke membran basolateral enterocyt menuju sirkulasi darah portal. Sistem portal ini membawa zink yang diabsorpsi ke hati dan dari hati dibagi ke berbagai jaringan. Pengangkut utama zink dalam plasma adalah albumin dan α_2 makroglobulin sehingga protein sangat mempengaruhi transport zink. Mekanisme pengaturan kadar zink dalam ASI yaitu zink yang berasal dari serum ibu akan dibawa ke kelenjar payudara untuk selanjutnya disintesis bersama dengan pembentukan air susu ibu. Sekresi zink dalam ASI sangat kompleks dan berhubungan dengan protein susu tertentu. Transporter ZnT-4 di kelenjar payudara berhubungan dengan sekresi zink ke ASI. Adaptasi ibu terhadap kebutuhan zink yang tinggi selama laktasi yaitu pada saat keluarnya zink endogenus dari usus dan ginjal, mobilisasi dan redistribusi dari *pool* zink tubuh mempengaruhi kadar zink dalam ASI. Asupan kalsium pangan yang umumnya rendah di negara berkembang juga dapat mempengaruhi ketersediaan zink untuk disekresi dalam ASI. Zink di *uptake*

oleh kelenjar payudara melalui ZTL1, Z1P1 dan Z1P4, sedangkan pengiriman ke ASI diatur oleh ZnT2 dan ZnT4 (Domeklof, 2004). Rendahnya kadar zink dalam ASI juga dapat disebabkan gangguan dalam transfer zink dari serum ibu ke payudara karena terganggunya pengangkut zink. Pada keadaan defisiensi zink berat terjadi mutasi dalam ZnT-4 yang dihasilkan kelenjar payudara. Mutasi ZnT-4 dapat mengakibatkan kadar zink ASI menjadi rendah (Krebs *et al*, 1994).

5.5. Hubungan asupan zink terhadap kadar besi ASI.

Pada penelitian ini didapatkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zink terhadap kadar besi ASI dengan nilai $p=0,11$. Zink dan besi tidak membentuk koordinasi sama dalam air tetapi berkompetisi secara langsung pada waktu absorpsi. Solomons & Jacob (1981) menyatakan bahwa tingginya besi dapat mempengaruhi ambilan zink yang diukur dengan perubahan zink serum. *Post prandial* dalam zink serum setelah diberi dosis zink 25 mg dan besi 25 mg (Fe:Zn, 1:1) lebih rendah dibanding bila hanya diberi zink. Bila dosis besi menjadi 50 mg dan zink 25 mg (ratio 2:1) atau besi 75 mg dan zink 25 mg (ratio 3:1) akan mengurangi ambilan zink. Interaksi zink dan besi dalam air terjadi bila suplemen zink dan besi diberikan saat puasa. Bila zink dan besi diberikan dalam bentuk suplemen makanan atau makanan yang difortifikasi besi, hasilnya menunjukkan tidak ada perbedaan nyata meskipun ratio molar besi dan zink adalah 1:1, 2,5:1, atau 25:1. Hal ini menunjukkan tidak ada interaksi antara besi dan zink bila diberikan dalam makanan. Adanya pengikat pangan seperti histidin mengakibatkan absorpsi zink dilakukan melalui jalur yang tidak dipengaruhi kadar besi dalam usus. Sebaliknya bila pengikat pangan tidak ada maka zink dan besi akan

berkompetisi di mukosa dan tingginya kadar salah satu zat gizi akan mempengaruhi ambilan zat gizi lainnya (Lonnerdal, 1996).

5.6. Hubungan asupan besi terhadap kadar zink ASI.

Pada penelitian ini didapatkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan besi terhadap kadar zink ASI dengan nilai $p=0,82$. Sesuai dengan studi Yip (1985) yang mengemukakan bahwa bayi yang diberi besi tetes 30 mg/ hari selama 3 bulan mempunyai status zink (zink plasma) yang sama dengan bayi yang mendapat plasebo. Studi Sandstrom *et al* (1985) juga mendukung pernyataan ini dimana dikemukakan bahwa pemberian besi 50 mg/hari selama 2 minggu pada manusia tidak ada pengaruhnya terhadap absorpsi zink. Observasi ini juga didukung dengan temuan Fairweather Tait *et al* (1995) yang melaporkan bahwa pemberian pangan yang difortifikasi besi pada bayi menunjukkan dampak terhadap absorpsi zink. Pada orang dewasa studi ini juga memberi hasil yang sama (Davidsson *et al*, 1995). Sebaliknya untuk mengetahui apakah kadar zink yang tinggi dapat mempengaruhi absorpsi besi dilakukan pemberian besi dan zink dengan kadar berbeda melalui cairan ataupun sebagai bagian dari makanan. Absorpsi besi diukur dengan metode radio isotop (Rossander-Hulthen, 1991). Hasilnya menunjukkan bahwa ambilan besi tidak dipengaruhi zink berlebih, sedangkan besi berlebih dapat mempengaruhi ambilan zink bila besi dan zink diberikan bersamaan dalam cairan atau dalam keadaan puasa.

5.7. Hubungan Asupan Besi terhadap kadar besi ASI.

Pada penelitian ini didapatkan hubungan yang signifikan antara asupan besi terhadap kadar besi ASI dengan nilai $p=0,006$. Sesuai dengan studi Nasution, (2003)

menyimpulkan hal yang sama yaitu bahwa ada pengaruh pemberian biskuit yang difortifikasi 30 mg besi yang diberikan 3 kali seminggu selama 3-5 bulan terhadap kadar besi dalam ASI. Hasil yang sama juga diungkap dalam studi di India yaitu adanya pengaruh positif ibu yang defisiensi besi terhadap kadar besi ASI (Fransson *et al*, 2000). Sebaliknya studi Salvador dan Latulippe (2003) menyimpulkan bahwa kadar besi dalam ASI tidak berhubungan dengan status besi pada ibu. Studi (Dallman, 1986; Murray, 1978; Siimes, 1984) juga menyimpulkan bahwa kadar besi ASI tidak dipengaruhi oleh status besi ibu.

Studi Awadi (2000) pada ibu menyusui di Kuwait dengan umur penyusuan 0-6 bulan juga menunjukkan kadar besi ASI dalam penelitian ini ($0,48 \pm 0,12$ mg/l) lebih tinggi daripada kadar besi ASI di Kuwait yaitu $0,43 \pm 0,04$ mg/l. Pengamatan kadar besi ASI dengan status besi kurang dan status besi normal memberikan hasil yang berbeda. Pada ibu di Nigeria dengan status besi defisien, dan status besi normal atau lebih (Hb > 12 gr/dl) tidak ada perbedaan kadar besi ASI. Studi pada ibu di Peru juga menunjukkan kadar besi dan laktoferin dalam kolostrum yang sama antara ibu yang anemia dengan ibu yang tidak anemia yang berarti kadar besi ASI tidak berhubungan dengan status besi ibu.

Lonnerdal (2003) juga mengemukakan status besi ibu yang dinilai dengan Hb, feritin, dan transferin tidak berhubungan kadar besi ASI pada ibu menyusui di Swiss. Selain itu tidak adanya hubungan kadar besi ASI dengan konsumsi besi pangan ini juga diamati oleh Villalpando *et al* (2003) yang menunjukkan konsumsi besi pangan kurang dari 11 mg/hari mempunyai kadar besi ASI $6,8 \mu\text{mol/L}$, sedangkan konsumsi besi pangan 14-18 mg/hari mempunyai kadar besi ASI $6,8 - 8,5 \mu\text{mol/L}$, dan konsumsi besi pangan lebih dari 19 mg/hari mempunyai kadar besi ASI $6,5 \mu\text{mol/L}$. Hasil studi di Honduras dan Swedia pada ibu menyusui menunjukkan bahwa perbedaan kadar besi ASI lebih

disebabkan oleh perbedaan volume ASI daripada perbedaan status besi ASI (Domeklof, 2004). Studi di India menunjukkan adanya dampak positif defisiensi besi terhadap kadar besi ASI. Pada ibu yang anemia berat secara nyata mempunyai kadar besi ASI lebih tinggi daripada ibu yang tidak anemia dimana konsentrasi laktoferin (protein pengikat besi) dalam ASI juga lebih tinggi pada ibu yang anemia (Lonnerdal, 2003).

Hal sebaliknya ditemukan pada ibu defisiensi folat berat yang ditandai dengan anemia megaloblastik menunjukkan kadar folat ASI yang rendah dibanding ibu dengan gizi baik (Villalpando *et al*, 2003). Hasil yang sama juga ditunjukkan dalam Lonnerdal (2000) yaitu adanya suplementasi Fe 100 mg/hari pada ibu menyusui yang anemia, kadar besi ASI lebih tinggi pada ibu yang mendapat suplementasi. Hal ini diperkuat oleh Lonnerdal (2003) yang menyatakan buruknya status gizi ibu dapat mengganggu fungsi kelenjar payudara khususnya fungsi metabolik dan sekresi zat gizi ke air susu. Nasution. A, (2003) dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa suplementasi biskuit dengan 32,7 mg Fe pada ibu hamil selama 3 bulan berpengaruh terhadap kadar besi ASI. Dari studi-studi yang kontroversial ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan kadar besi ASI dapat terjadi karena perbedaan status besi ibu, perbedaan volume ASI, dan perbedaan konsumsi besi ibu.

Teori menjelaskan bahwa berperannya transferin dan laktoferin secara baik akan menentukan terhadap kadar besi ASI sehingga konsumsi besi diduga dapat menentukan kadar besi ASI. Lewatnya besi dari plasma ke air susu dalam kelenjar payudara merupakan difusi pasif sehingga diduga ada korelasi positif antara kadar besi dalam plasma dengan kadar besi dalam air susu (Domeklof, 2004).

Besi diabsorpsi di usus halus. Dari usus halus diangkut oleh protein transferin plasma ke sumsum tulang untuk membentuk hemoglobin dalam sel darah merah dan

dilepaskan ke aliran darah. Dari darah dialirkan ke bagian lain dan simpanan besi seperti feritin, hemosiderin, mioglobin, dan besi enzim. Proses pengaturan besi di kelenjar payudara adalah besi diangkut dari darah oleh protein laktoferin ke kelenjar payudara sehingga transferin dan laktoferin berperan dalam pengangkutan besi sampai ke kelenjar payudara. Karena besi adalah pengikat alamiah transferin, kadar plasma transferin dapat diukur dengan jumlah besi yang mengikatnya yang disebut sebagai kemampuan pengikat besi total (*total iron binding capacity*). Berdasarkan hal ini maka dapat dikatakan bahwa konsumsi besi kurang, dapat menurunkan kadar feritin sehingga kadar besi ASI menjadi turun.

5.8. Hubungan status gizi ibu terhadap kadar zink ASI.

Pada penelitian ini didapatkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi ibu terhadap kadar zink ASI dengan nilai $p=0,068$. Pada studi Zimmerman dan Hambidge (1980) menemukan adanya perbedaan kadar zink dalam ASI ibu di perkotaan India yang berpendapatan rendah dan ibu berpendapatan tinggi dimana kadar zink ASI lebih tinggi pada ibu berpendapatan tinggi. Ada dua mekanisme dalam kelenjar payudara yang mengatur kadar zink dalam ASI yaitu pada saat pengambilan zink dari serum oleh sel epitel payudara dan pada saat sintesis atau sekresi ASI dari kelenjar payudara. Transporter (pengangkut) zink yang terdapat pada membran plasma sel mempengaruhi metabolisme zink (Cousins dan McMahon, 2000).

Diduga tulang berperan sebagai cadangan pasif karena zink menjadi tersedia selama *turnover* normal jaringan tulang. Cadangan pasif zink ini lebih penting pada individu yang bertumbuh karena *turnover* tulang yang lebih aktif (Brown *et al*, 2001).

Asupan pangan yang kurang berpengaruh terhadap defisiensi zink sehingga asupan pangan yang adekuat merupakan hal penting dalam mencegah defisiensi zink pada ibu menyusui. Asupan gizi ibu menyusui yang baik menghasilkan ASI yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi. Selain itu berbagai studi juga membuktikan peranan zink dalam pertumbuhan linier anak, imunitas, penurunan kematian perinatal, penyakit infeksi dan diare pada anak. Peran zink dalam pertumbuhan terlihat dari interaksi zink dengan hormon dalam proses pembentukan tulang sedangkan adanya besi memungkinkan setiap sel termasuk sel tulang dapat melakukan metabolisme sel dengan baik dimana besi akan mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh sel untuk metabolisme dan menghasilkan energi.

5.9. Hubungan status gizi ibu terhadap kadar besi ASI.

Hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,27$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara status besi dengan kadar besi ASI. Upaya perbaikan gizi pada bayi 0-6 bulan hanya dapat dilakukan melalui perbaikan gizi ibunya. Berdasarkan hal tersebut maka ibu menyusui harus mempunyai status gizi baik agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan gizi bayi. Status gizi ibu ini mempunyai hubungan timbal balik dengan morbiditas ibu. Ibu yang berstatus gizi baik mempunyai daya tahan tubuh yang baik sehingga morbiditas rendah yang ditandai dengan jaranganya ibu menderita sakit dengan durasi lama. Sebaliknya bila ibu sering sakit dengan durasi lama dapat menurunkan status gizi ibu (UNICEF, 1999).

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa antara status gizi terhadap kadar besi ASI pada ibu menyusui diperoleh sebanyak 20,0% ibu yang status gizi kurang dengan kadar besi kurang. Sedangkan yang status gizi normal 44,8% dan status gizi lebih 61,5%

kadar besi kurang. Hasil uji statistik diperoleh nilai $p=0,27$ maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi besi dengan kadar besi ASI.

5.10. Hubungan umur bayi terhadap kadar zink ASI.

Pada penelitian ini didapatkan hubungan yang signifikan antara umur bayi terhadap kadar zink ASI dengan nilai $p=0,037$. Kadar zink ASI tinggi pada waktu lahir dan menurun selama laktasi. Pada kolostrum kadar zink tinggi (>10 mg/liter). Kadar zink dalam ASI mature adalah 0,2-0,5 mg/100 ml. Pada usia 1, 3, dan 12 bulan kadar zink berturut-turut adalah 3-4 mg/liter; 1-1,5 mg/liter; dan 0,5mg/liter.

Zink yang ditransfer dari ibu ke bayi dalam ASI ditambahkan pada kebutuhan fisiologi ibu menyusui untuk zink yang diabsorpsi. Jumlah ini memperkirakan rata-rata volume ASI yang ditransfer ke bayi dengan kadar zink ASI pada periode yang berbeda-beda setelah melahirkan. Komite pangan dan gizi Amerika mengukur volume ASI ibu di Amerika pada tahun pertama setelah melahirkan adalah 0,78 L/hari dengan kadar zink ASI pada 4 minggu adalah 2,75 mg/L, pada 8 minggu adalah 2 mg/L, pada 12 minggu adalah 1,5 mg/L, dan pada 24 minggu adalah 1,2 mg/L. Berdasarkan hal ini maka dibutuhkan tambahan zink 1,4 mg/hari pada 0-3 bulan, 0,8 mg/hari pada 3-6 bulan, dan 0,5 mg/hari setelahnya.

Total zink yang ditransfer ke ASI berkurang dari 2,5 mg/hari pada bulan pertama menjadi 0,8 mg/hari pada bulan keenam. Berdasarkan rata-rata zink yang ditransfer ke ASI 0-5 bulan, komite pangan dan gizi menetapkan 2 mg/hari sebagai asupan zink yang cukup bagi bayi 0-5 bulan. Sebaliknya WHO memperkirakan kebutuhan zink fisiologi bayi dengan ekstrapolasi data dari orang dewasa yang berkaitan dengan kecepatan metabolisme dan tambahan zink untuk jaringan baru sehingga diperkirakan kebutuhan

untuk zink absorpsi 0,7-1,3 mg/hari pada bayi 0-5 bulan bergantung pada umur dan jenis kelamin.

5.11. Hubungan umur bayi terhadap kadar besi ASI.

Pada penelitian ini tidak didapatkan hubungan yang signifikan antara asupan besi terhadap kadar besi ASI dengan nilai $p=0,27$. Menurut Casey (1989) rata-rata kadar besi dalam ASI *mature* berkisar 0,2-0,9 mg/liter. Kadar besi dalam susu sapi berkisar 0,05 mg/100 gr susu, sedangkan dalam ASI 0,03 mg/100 ml susu. Kadar tertinggi terdapat pada awal penyusuan yaitu 0,04 mg/100 ml, dan akan berkurang selama 6-8 minggu pertama (Picciano dan Guthrie, 1986).

Sel menggunakan transferin reseptor (TfRs) dalam mengatur kadar besi selular sehingga ada peran TfRs di kelenjar payudara dalam mengatur kadar besi ASI yang diketahui melalui percobaan hewan. Dari percobaan ditemukan adanya hubungan antara penurunan kadar besi ASI selama laktasi dengan kadar TfRs di kelenjar payudara. Pada tikus defisiensi besi mempunyai kadar TfRs payudara yang lebih tinggi sebagai kompensasi kadar besi yang rendah. Sebaliknya pada tikus dengan asupan besi tinggi mempunyai kadar TfRs di payudara yang lebih tinggi daripada kontrol tetapi kadar besi ASI sama dengan kontrol. Hal ini berarti bahwa pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar besi rendah dimana salah satu tahapan pengambilan dan sekresi besi dalam payudara bergantung pada status besi normal. Latulippe *et al* (1999) juga menyatakan hal yang sama yaitu pada ibu yang defisiensi besi akan menghasilkan ASI dengan kadar folat rendah.

Menurut ACC/SCN (1991) bahwa janin mempunyai sistem aseptor yang sangat efektif untuk mendapat besi. Besi dari transferin ibu ditransfer ke jaringan plasenta, dari

plasenta ke transferin plasma janin dan selanjutnya ke jaringan janin dengan jalur yang berperan melawan tingginya kebutuhan besi ibu bahkan pada ibu defisiensi besi. Mulai trimester akhir kehamilan, sebanyak 3-4 mg besi ditransfer ke janin setiap hari. Bayi yang baru lahir mempunyai simpanan besi yang cukup tinggi yaitu 70 mg/kg dan dapat memenuhi kebutuhan sampai 6 bulan. Tingginya besi ini adalah refleksi tingginya simpanan besi dalam feritin dan konsentrasi sel darah merah yang tinggi dalam aliran darah neonatus. Sebaliknya pada bayi prematur mempunyai simpanan besi yang rendah.

Yip dan Dallman (1996) mengemukakan bahwa simpanan besi akan meningkat selama 3 bulan pertama setelah lahir dan menurun pada bulan ke empat sampai ke enam, sehingga anak-anak yang disusui biasanya tidak defisiensi besi selama 6 bulan pertama. Setelah simpanan besi habis pada usia 6 – 24 bulan, simpanan besi susah untuk dibentuk bahkan bila asupan besi cukup karena tingginya kebutuhan besi yang berhubungan dengan pertumbuhan cepat. Setelah 2 tahun kecepatan pertumbuhan menurun sehingga simpanan besi dapat dibentuk dan resiko defisiensi besi berkurang. Kebutuhan besi yang tinggi pada bayi yang disusui didasarkan pada kebutuhan fisiologi harian sebesar 0,7 mg untuk pertumbuhan dan 0,2 mg untuk mengganti kehilangan basal sehingga ASI menyediakan 0,15-0,68 mg besi per hari.

5.12. Hasil uji multivariat terhadap kadar besi ASI

Hasil uji analisis interaksi menunjukkan bahwa asupan protein dan besi secara bermakna ($p < 0,05$) berhubungan terhadap kadar besi ASI. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi protein adalah 9,804 hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan protein lebih tinggi mempunyai peluang 9,804 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan protein rendah. Nilai OR (Exp B) untuk konsumsi besi adalah 8,132

hal ini berarti ibu yang mempunyai asupan besi lebih tinggi mempunyai peluang 8,132 kali lebih tinggi kadar besi ASI dibanding ibu yang mempunyai asupan besi rendah.

Konsumsi protein ini berperan dalam mengangkut besi ke kelenjar payudara. Transferin dan laktoferin adalah protein pengangkut besi yang secara struktural dan fungsional hampir sama. Berperannya transferin dan laktoferin secara baik akan menentukan terhadap kadar besi ASI sehingga selain asupan besi, asupan protein juga diduga dapat menentukan kadar besi ASI. Lewatnya besi dari plasma ke air susu dalam kelenjar payudara merupakan difusi pasif sehingga diduga ada korelasi positif antara kadar besi dalam plasma dengan kadar besi dalam air susu (Domeklof, 2004).

Besi diabsorpsi di usus halus. Dari usus halus diangkut oleh protein transferin plasma ke sumsum tulang untuk membentuk hemoglobin dalam sel darah merah dan dilepaskan ke aliran darah. Dari darah dialirkan ke bagian lain dan simpanan besi seperti feritin, hemosiderin, mioglobin, dan besi enzim. Proses pengaturan besi di kelenjar payudara adalah besi diangkut dari darah oleh protein laktoferin ke kelenjar payudara sehingga transferin dan laktoferin berperan dalam pengangkutan besi sampai ke kelenjar payudara. Karena besi adalah pengikat alamiah transferin, kadar plasma transferin dapat diukur dengan jumlah besi yang mengikatnya yang disebut sebagai kemampuan pengikat besi total (*total iron binding capacity*).

ASI adalah sumber utama zat gizi pada bayi untuk pertumbuhan dan perkembangan sehingga kadar zat gizi dalam ASI secara nyata berpengaruh. Perubahan komposisi zat gizi ASI terjadi pada minggu pertama. Kolostrum adalah cairan yang disekresi kelenjar payudara segera setelah lahir. Setelah periode kolostrum yaitu 4 – 7 hari kadar lemak dan laktosa meningkat sedangkan kadar protein dan mineral menurun. Kadar

besi dalam ASI tinggi saat lahir. Kadar besi dalam ASI matang adalah 0,2–0,9 mg/L (ACC/SCN, 1991).

Berdasarkan hal ini maka dapat dikatakan bahwa konsumsi besi dan konsumsi protein berhubungan dengan kadar besi ASI. Hasil analisa regresi logistik menunjukkan bahwa asupan protein dan besi secara bermakna ($p < 0,05$) berhubungan kadar besi ASI.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan pembahasannya, dapat dibuat kesimpulan:

- 6.1.1. Terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zink pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI. Asupan protein dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI pada tidak terdapat hubungan yang signifikan. Pada uji multivariat tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zink terhadap kadar zink ASI.
- 6.1.2. Terdapat hubungan yang signifikan antara asupan protein dan besi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zink pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI. Pada uji multivariat asupan protein dan besi secara signifikan berhubungan terhadap kadar besi ASI.
- 6.1.3. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara hubungan status gizi berdasarkan IMT (Indeks Massa Tubuh) Ibu pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink dan besi ASI.
- 6.1.4. Terdapat hubungan yang signifikan antara umur bayi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar zink ASI. Makin lama umur bayi akan berhubungan dengan kadar zink dalam ASI. Antara umur bayi pada ibu menyusui 1–6 bulan terhadap kadar besi ASI tidak terdapat hubungan yang signifikan. Pada uji multivariat umur bayi secara signifikan berhubungan terhadap kadar zink ASI.

6.2. Saran

- 6.2.1. Bahwa perbedaan kadar zink dan besi ASI sangat berhubungan dengan asupan zat gizi ibu. Untuk itu disarankan agar ibu menyusui harus mempunyai asupan zat gizi yang cukup agar dapat menghasilkan ASI yang optimal guna memenuhi kebutuhan bayi.
- 6.2.2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat hubungan asupan zat gizi mikro terhadap kadar ASI dengan metode eksperimen. Intervensi yang diberikan berdasarkan AKG protein, zink dan besi yang berbeda. Juga perlu dihitung molar pitat yang mengganggu dan meningkatkan absorpsi zink, besi dan protein.
- 6.2.3. Untuk mengetahui apa betul-betul asupan protein (albumin, $\alpha 2$ makroglobulin, transferin, laktoferin) berperan dalam pengangkutan zink dan besi di plasma maupun dikelenjar payudara. Oleh karena itu perlu dinalisis lebih jauh peran masing-masing hubungannya terhadap kadar zink dan besi ASI dengan pemeriksaan plasma ibu menyusui.
- 6.2.4. Sosialisasi pemberian ASI eksklusif dan MPASI tepat cara tepat waktu serta perawatan kesehatan dalam memenuhi kecukupan gizi ibu dan anak dapat tercapai dengan maksimal. Sosialisasi ini dilakukan melalui peran berbagai LSM yang peduli terhadap gizi dan kesehatan anak. Juga diperlukan adanya payung hukum yang melindungi hak asasi bayi mendapat ASI eksklusif dengan adanya peraturan pemerintah tentang pemasaran susu formula.

DAFTAR PUSTAKA

- ACC/SCN. 1991. Subcommittee on Nutrition During Lactation. Committee on Nutritional Status During Pregnancy and Lactation. *Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. 1991. Nutrition During Lactation. National Academy Press. Washington, D.C*
- ACC/SCN. 2001. *Nutrition Policy Paper No 19. ADB Nutrition and Development Series No 5. United Nations Administrative Committee on Coordination Sub Committee on Nutrition. Asian Development Bank*
- Black. R. 2001. Zinc Deficiency, Immune Function, Morbidity and Mortality from Infectious Disease among Children in Developing Countries. *Food and Nutrition Bulletin Vol 22 No 2 June 2001. Special Issue on Recent Intervention Trials with Zinc. United Nations University Press*
- Brown. K, Wuehlers. S, Peerson. J. 2001. The Importance of Zink in Human Nutrition and Estimation of Global Prevalence of Zinc Deficiency. *Food and Nutrition Bulletin Vol 22 No 2 June 2001. United Nations University Press*
- Casey. 1989. Studies in Human Lactation : Secretion of Zink, Cooper and Manganese in Human Milk. *Am.J.Clin.Nutr vol.49 : 773-785*
- Castilo.D, Vial.P, Uauy.R,. 2001. *Trace Mineral Balance during Acute Diarrhea in Infant. Dalam Brown.K, Wuehler.S, Peerson.J. The Importance of Zinc in Human Nutrition and Estimation of Global Prevalence of Zinc Deficiency. Food and Nutrition Bulletin Vol 22 No 2 June 2001. United Nations University Press*
- Cousins R.J and McMahon R.J. 2000. Integrative Aspects of Zink Transporters. Zinc and Health : Current Status and Future Directions. *American Society for Nutritional Sciences*
- Dallman. 1986. Iron Defficiency in The Weaning : A Nutritional Problem on The Way to Resolution, *Acta Pediatric Supplemen Vol. 323 ; 59-67*
- Departemen Kesehatan R.I. 2003. Gizi dalam Angka
- Dijkhuizen. M.A dalam Gibson RS. 1994. Zinc Nutrition in Developing Countries. *Nutr Res Rev. Vol. 7:151-173*
- Dijkhuizen. M.A, Wieringa.F, West.C, Muherdiyantiningsih, Muhilal. 2001. Concurrent Micronutrient Deficiencies in Lactating Mothers and Their Infants in Indonesia. *AM.J.Clin.Nutr. Vol.73:786-791*

- Dijkhuizen.M.A dan Frank Tammo Wieringa. 2001. Vitamin A, Iron and Zinc Deficiency in Indonesia. Micronutrien Interactions and Effects of Supplementation. Thesis Wagening University
- Domeklof.M. 2004. Iron, Zinc and Copper Interactions in Breast Milk are Independent of Maternal Mineral Status. *Am.J.Clin.Nutr.* Vol. 79 No 1
- Dorea.J.G. 2002. Zinc Deficiency in Nursing Infants. Journal of The American College of Nutrition Vol 21: No.2, 84-87
- Duncan. 1985. Iron and The Exclusively Breastfed Infant from Birth to Six Months. *J Pediatric Gastroenterol Nutr.* Vol.4: 421-425
- Evawany, A. 2007. Pengaruh pemberian mie instant fortifikasi pada ibu menyusui terhadap kadar zink dan besi ASI serta pertumbuhan liner bayi. Institut Pertanian Bogor
- Fairbanks. V. F. 1999. Iron in Medicine and Nutrition *dalam* Modern Nutrition in Health and Disease. Editors : Maurice. E. Shils, James A Olson, Moshe Shike, A. Catherine Ross. Williams & Wilkins. 9 th Edition
- Fransson. G.B, Agarwal. K.N, Gebre.M, Hambraeus. L.1985. Increased Breastmilk Iron in Severe Maternal Anemia : Physiological "Trapping or Lackage?". *Acta Paediatr Scand* Vol. 74 : 290-291.
- Gibney. M, Hester H.Vorster and Frans J.Kok. 2002. Introduction to Human Nutrition. The Nutrition Society . Blackwell Publishing.
- Hardinsyah, Briawan. D, Khomsan. A, Retnaningsih, 1999. Pemberian Makanan Tambahan Multigizi pada Ibu Hamil untuk Peningkatan Kualitas Bayi Lahir.
- Hardinsyah, Briawan. D, Setiawan. B, Sulaeman. A, Sukandar. D, Yekti. 2005. Studi Efikasi Biskuit dan Mie yang Difortifikasi terhadap Status Gizi Mikro Ibu dan Anak. Kerjasama IPB dengan World Food Program (WFP), Departemen Kesehatan, BPPOM
- Hatano. 1985. Trace Elements (Copper, Zinc, Manganese, Selenium) in Plasma and Erythrocytes in relation to Dietary Intake during Infancy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* Vol.4: 87-92
- Hennekens. C dan Buring. J. 1987. Epidemiology in Medicine. Edited by Sherry L Mayrent. Printed in The United States of America
- Herawati. T. 2003. Pengaruh Pemberian Biskuit Ibu Hamil dan Status Pemberian ASI terhadap Pertumbuhan Linier dan Perkembangan Bayi 0-6 Bulan. Tesis. Progrma Pascasarjana. IPB. Bogor

- Hotz, C and Brown, K. 2004. Overview Zinc Nutrition. *dalam Food and Nutrition Bulletin Vol 25 No 1 March 2004. Supplement 2*: International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) Technical Document 1 Assessment of The Risk of Zinc Defficiency in Population and Options for Its Control. International Foundation for United Nations University Press
- King, J and Keen, C. 1999. Zinc *dalam* Modern Nutrition in Health and Disease. Editors : Maurice, E. Shils, James A Olson, Moshe Shike, A. Catherine Ross. Williams & Wilkins. 9 th Edition
- Krebs. 1985. The Effect of Dietary Zinc Supllement during Lactation on Longitudinal Changes in Maternal Zinc Status and Milk Zinc Concentration. *Am.J.Clin.Nutr* Vol.41 : 560-570
- Latulippe ME, Irurita, Villalpando S, Picciano. 1999. Lactating Women with Iron Deficiency Secrete Milk Low in Folate. *FASEB J* Vol.13:696
- Lonnerdal, B. 2000. Regulation of Mineral and Trace Elements in Human Milk: Exogenous and Endogenous Factors. *Nutr Rev* Vol 58 No.8:223-229
- Lind, T, Lonnerdal, B, Hans, S, Djauhari, I, Rosadi, S, Ekstrom, C, Persson, A. 2003. A Community-Based Randomized Controlled Trial of Iron and Zinc Supplementation in Indonesian Infants : Interactions Between Iron and Zinc. *Am.J. Clin.Nutr.* 2003;Vol 77:883-890
- Lonnerdal.B. 1984. Zinc binding Ligands and Complexes in Zinc Metabolism, *Adv Nutr Res* Vol.6: 139-167
- Lonnerdal.B. 1996. Iron-Zinc-Copper Interaction *dalam* Micronutrient Interactions. Impact on Child Health and Nutrition. *Sponsored by : US Agency for International Development. Food and Agriculture Organization of The United Nations.* Washington, DC
- Lyon, A.J. 1983. Effect of Smoking on Breast Feeding *dalam* ACC/ SCCN. 1991. Nutrition during Lactation. Institute of Medicine National. Academy of Sciences. National Academy Press. Washington DC
- Matheson. 1989. The Effect of Smoking on Lactation and Infantile Colic. *Journal American Medical Association* : 26 : 42-43 *dalam* ACC/ SCCN. 1991. Nutrition during Lactation. Institute of Medicine National. Academy of Sciences. National Academy Press. Washington DC
- Murray. 1978. The Effect of Iron Status of Nigerian Mothers on That of Their Infants at Birth and 6 Months, and on The Concentration of Fe in Breast Milk. *British J Nutr* Vol. 39 : 627-630

- Nasution A. 2003. Pengaruh Suplementasi Formula Biskuit Multigizi pada Ibu Hamil terhadap Kualitas Air Susu Ibu (ASI) dengan Pokok Bahasan Utama Mineral Seng (Zn). Disertasi yang Tidak Dipublikasikan. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Packard V. 1982. Human Milk and Infant Formula. Academy Press. New York. London
- Picciano and Guthrie. 1986. Copper, Iron and Zinc Contents of Mature Human Milk. *Am.J.Clin.Nutr* Vol.29 : 242-254
- Riyadi. H. 2002. Pengaruh Suplementasi Zn dan Fe terhadap Status Anemia, Status Seng dan Pertumbuhan Anak Usia 6-24 bulan. Disertasi yang Tidak Dipublikasikan. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Satato. 1999. Evaluation of School Feeding Program in Lombok. UNDIP *Mimeography* No. 23
- Saidin M, Yusuf M, Moecherdiyantiningsih, Sukati, dan Komala. 2001. Efektivitas Fortifikasi Mie Instan dengan Zat Besi dan Vitamin A terhadap Peningkatan Kadar Hb dan Feritin Serum Ibu Hamil. Penelitian Gizi dan Makanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. Bogor
- Salgueiro M, Zubillaga M, Alexis, Lysionek, Cara R, Weill R, Eng, and Boccio. 2002. The Role of Zinc in The Growth and Development of Children. *J Nutr* Vol.18 : 510-519
- Salvador. V and Latulippe. M. 2003. Milk folate but not milk iron concentrations may be inadequate for some infants in a rural farming community in San Mateo Capulhuac, Mexico. *Am.J.Clin.Nutr.* Vol 78: 782-789
- Shrimpton. 2001. Worldwide Timing of Growth Faltering Implications for Nutritional Intervention. *Pediatrics*, 107:E7. dalam WHO. 2003. Community Based Strategies for Breastfeeding Promotion and Support in Developing Countries. Department of Child and Adolescent Health and Development
- Siimes. 1984. Exclusive Breastfeeding for 9 Months : Risk of Iron Defficiency. *Journal Pediatric* 104 : 196-199 dalam WHO. 2003. Community Based Strategies for Breastfeeding Promotion and Support in Developing Countries. Department of Child and Adolescent Health and Development
- Stoltzfus, R.J. 2003. Iron Defficiency: Global Prevalence and Consequences. *Food and Nutrition Bulletin Supplement Vol 24 No 4, 2003 Supplement* : Proceedings of The Colloquium "Unlocking The Potential of The Worlds Children through Sustainable Fortification and Public-Private Partnership" Cincinnati, Ohio, USA 10-11 October 2002

- Sudigdo S, Syofyan I. 1995. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Bagian Ilmu Kesehatan Anak FKUI. Jakarta
- Suharyono-G.J. Ebrahim. 1990. *Air Susu Ibu*. Gajah Mada University Press. Jogjakarta
- Sukati. 1995. Dampak Fortifikasi Mie Instan dengan Vitamin A dan Zat Besi terhadap Status Vitamin A dan Status Besi Anak Balita. *Penelitian Gizi dan Makanan* 1995 Jilid 18. Depkes RI Balitbangkes.
- Sumarmo I, Sarawati E, Prihartini S. 1996. Dampak Suplementasi Pil Besi+Folat dan Vitamin C terhadap Peningkatan Kadar Hb pada Ibu Hamil Anemia. *Penelitian Gizi dan Makanan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. Bogor
- UNICEF. 1999. Strategy for Improved Nutrition of Children and Women in Developing Countries. *dalam Asian Development Review Volume 17 No 1,2 1999*. Asian Development Bank
- UNICEF. 2001. *The State of World's Children*. Washington DC.
- Vaughan. V. 1999. Longitudinal Changes in The Mineral Content of Human Milk. *Am.J.Clin.Nutr* Vol.32 : 2301-2306
- Walter T. 2003. Effect of Iron Deficiency Anemia on Cognitive Skills and Neuromaturation in Infancy and Childhood. United Nation Universty
- Wardlow. G, Insel. P, Seyler. M. 1992. *Contemporary Nutrition. Issues and Insights*. Mosby Year Book. St Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Philadelphia, Sydney, Toronto
- Widodo Y. 2004. Pertumbuhan Bayi 0-4 Bulan yang Mendapat ASI Eksklusif dan Makanan Pendamping ASI. Tesis. Program Pascasarjana. UGM. Yogyakarta.
- Wijaya. M. 2001. Efficacy of Multi Micronutrient and Single Iron Supplementation on Iron Status of Indonesian Infants Aged 6-12 Month Old. Tesis yang tidak dipublikasikan. Program Pascasarjana Universitas Indonesia. Jakarta
- World Health Organization. (WHO). 1996. *Trace Elements in Human Health and Nutrition*. Geneva. World Health Organization
- World Health Organization. (WHO). 2002. *The Optimal Duration of Exclusive Breastfeeding : A Systematic Review*. Geneva
- World Health Organization. (WHO). 2002 dalam Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Depkes R.I. *Situasi Gizi di Indonesia*. Makalah pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi. Jakarta 23-24 November 2006

Yip. 1985. Does Iron Supplementation compromise Zinc Nutrition in Healthy Infants.
Am.J.Clin.Nutr Vol. 42: 683-687

Yip and Dallman. 1996. Present Knowledge in Nutrition. Editors Ekhard, Ziegler, and
Filerh. *Seventh Edition*. ILSI Press. Washington. DC



Lampiran 1

Petunjuk Pemakaian AAS GBC 932AB+HG 3000 Pada Pemeriksaan Kadar Zink dan Besi ASI

1. Hidupkan computer, tunggu hingga computer siap dioperasikan.
2. Pilih program AAS kemudian aktifkan dengan menekan mouse sebelah kiri 2 kali secara cepat. Setelah itu perbesar layar dengan cara mengarahkan panah mouse pada \square dan tekan mouse 1 kali.
3. Pilih *Method* (sebelah kiri layar monitor) dilanjutkan dengan *New* (layar kiri atas).
4. Tekan *Description* (gambar buku di tengah), pilih *element* yang akan kita analisa: Zink dan Fe. Jika keluar posisi lampu, masukkan angka 1 atau 2. Lanjutkan dengan menekan *OK*, kemudian masukkan lampu katoda pada turret AAS yang telah kita pilih tadi.
5. Pilih *Instrument* (tulisan pada gambar buku) beri tanda x pada kotak didepan tulisan *Background Correction*, jika wavelength dibawah 350.
6. Lalu pilih *Measurement* untuk menentukan waktu pembacaan dan berapa kali sampel maupun standard akan dibaca. Jika tidak ada yang diubah, lewati langkah ini.
7. Pilih *Calibration*, pilih *Calibration Mode*, Pilih *Linear Conc Least Squares*. Pilih *conc* unit, tulis satuannya (ppm atau ppb). Pilih *Decimal Places*, masukkan berapa angka yang dihendaki dibelakang koma. Berikan tanda x pada kotak *Auto Save Method After Cal*.
8. Pilih *Standards* (tulisan pada gambar buku), pilih *add* untuk menentukan jumlah standard yang akan dipakai untuk pembuatan kurva kalibrasi. Pilih kolom *Conc*, masukkan angka dari masing-masing larutan standard.
9. Hidupkan AAS, pilih *Instrument* (gambar alat sebelah kiri bawah), arahkan mouse pada gambar alat sebelah kiri tekan mouse sebelah kiri 2 kali. Tunggu sebentar, atur posisi lampu katoda dengan memutar putaran yang ada posisi lampu katoda sambil melihat jarum meter sebelah kiri (pada layar monitor) bergerak ke kanan kemudian pilih *PEAK EHT + D2* ulang hingga di dapat letak posisi lampu yang optimum.

Jangan lupa selalu diikuti dengan memilih *PEAK EHT + D2*. Jika telah selesai tutup layar tersebut dengan memilih *x* pada layar tersebut.

10. Pilih *Method* (sebelah kiri layar), pilih *Flame* (pada gambar buku), pilih *optimize*, nyalakan api sedotkan larutan blanko/aguadest pilih *performance Instrument Zero*. Sedotkan larutan standart terpekat yang kita buat atur tombol fuel (diturunkan dan dinaikkan) hingga didapat Abs maksimum. Tutup layar *optimeze flow*, lihat bola-bola fuel pada pisisi angka berapa, tulisan posisi tersebut pada *fuel flow*. Matikan api, pilih *File* (kiri atas), pilih *Save As* tulis/ketik nama lalu pilih *Save*.
11. Pilih *Samples* (sebelah kiri layar monitor) arahkan mouse dalam tabel lalu tekan mouse sebelah kanan, pilih *Calibration* pilih tanda *chek list*. Pindahkan *Calibration* ke posisi paling atas dengan memilih tanda panah menghadap ke atas di layar bawah. Tambahkan jumlah sampel dengan memilih tanda *+* pada layar sebelah bawah. Untuk mengubah nama sampel, pilih kolom label yang bertuliskan sample 1, sample 2 dsb, tulis nama sampel yang diinginkan.
12. Pilih *File* (kiri atas) pilih *Save As* tulis/ketik nama sampel yang diinginkan lalu pilih *Save*.
13. Pilih *Results* (layar sebelah kiri, pilih *New*, ketik nama pilih *Create*.
14. Nyalakan api, sedotkan blanko, pilih *Zero* (layar kanan atas) 2 – 3 kali, pilih *Star* (sebelah *Zero*), selanjutnya ikuti perintah pada layar monitor. Selang sampel harus diperhatikan agar selalu masuk dalam larutan sampel. Jika telah selesai analisa sedotkan blanko (aguadest) kira-kira 15 detik, lalu matikan apinya.
15. Untuk mencetak hasilnya, pilih *Report Header* beri tanda *x* pada *Header*, ketik keterangan untuk *header* tersebut: Zn, Fe. Setelah selesai pilih *Results* kembali, arahkan mouse pada hasil tadi, tekan mouse sebelah kanan pilih *print analysis*, hidupkan printer, masukkan kertasnya lalu tekan *OK*. Jika telah selesai dicetak matikan printer.
16. Jika ingin menganalisa element yang baru, ulangi lagi mulai langkah 3 sampai dengan langkah 15.

17. Setelah selesai analisa element yang baru dan kita ingin menganalisa element yang telah pernah kita analisa, pilih method, lalu pilih Open setelah itu pilih nama file yang pernah kita buat terdahulu lalu tekan *Open*. Maka *Method* yang pernah kita buat tersebut akan aktif. Jika ada tulisan *Please Ensure the correct lamp*, masukkan lampu katoda pada turretnya lalu pilih *OK*. Pilih *Flame* (dalam gambar buku) untuk melihat posisi angka *fuel*, pilih *Samples*, pilih *Open*, pilih nama file yang pernah kita buat lalu pilih open. Pilih *Results*, pilih *New*, tulis/ketik nama lalu pilih *Create*. Untuk melihat posisi lampu pilih *Instrument* (gambar sebelah kiri) arahkan mouse di tengah layar, tekan mouse sebelah kanan, pilih *properties*, pilih *Element Lamp Table* jika telah selesai melihat tekan *OK*. Selanjutnya ikuti langkah 14 sampai langkah 15.



Lampiran: 2

HASIL ANALISIS DATA
HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI PADA IBU MENYUSUI TERHADAP KADAR
ZINK DAN BESI ASI DI KECAMATAN MADIANGIN KOTO SELAYAN
KOTA BUKITTINGGI TAHUN 2008

A. ANALISIS UNIVARIAT

Descriptives			
		Statistic	Std. Error
Umur Ibu	Mean	29.38	.710
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	27.95
		Upper Bound	30.81
	5% Trimmed Mean	29.45	
	Median	29.00	
	Variance	23.720	
	Std. Deviation	4.870	
	Minimum	19	
	Maximum	38	
	Range	19	
	Interquartile Range	7.00	
	Skewness	-.123	.347
	Kurtosis	-.817	.681

Descriptives			
		Statistic	Std. Error
Jumlah Keluarga	Mean	4.74	.196
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.35
		Upper Bound	5.14
	5% Trimmed Mean	4.67	
	Median	4.00	
	Variance	1.803	
	Std. Deviation	1.343	
	Minimum	3	
	Maximum	8	
	Range	5	
	Interquartile Range	1.00	
	Skewness	.884	.347
	Kurtosis	.038	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Pendapatan Keluarga	Mean	1709574.47	185672.256
	95% Confidence Interval for Mean	1335835.60	
	Lower Bound	2083313.33	
	Upper Bound	1572104.02	
	5% Trimmed Mean	1572104.02	
	Median	1200000.00	
	Variance	1620286771507	
		.863	
	Std. Deviation	1272904.856	
	Minimum	400000	
	Maximum	6200000	
	Range	5800000	
	Interquartile Range	1250000.00	
	Skewness	1.658	
	Kurtosis	2.941	
			.347
			.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Berat Badan Ibu	Mean	53.389	1.2839
	95% Confidence Interval for Mean	50.805	
	Lower Bound	55.974	
	Upper Bound	53.201	
	5% Trimmed Mean	53.201	
	Median	53.900	
	Variance	77.480	
	Std. Deviation	8.8023	
	Minimum	35.5	
	Maximum	80.0	
	Range	44.5	
	Interquartile Range	9.500	
	Skewness	.328	
	Kurtosis	.706	
			.347
			.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Tinggi Badan ibu	Mean	152.651	.7773
	95% Confidence Interval for Mean	151.086	
	Lower Bound	154.216	
	Upper Bound	152.419	
	5% Trimmed Mean	152.419	
	Median	152.300	
	Variance	28.397	
	Std. Deviation	5.3289	
	Minimum	143.0	
	Maximum	172.0	
	Range	29.0	
	Interquartile Range	6.500	
	Skewness	.859	.347
	Kurtosis	2.531	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Asupan Protein Ibu	Mean	46.255	2.1901
	95% Confidence Interval for Mean	41.847	
	Lower Bound	50.664	
	Upper Bound	45.130	
	5% Trimmed Mean	45.130	
	Median	42.200	
	Variance	225.433	
	Std. Deviation	15.0144	
	Minimum	29.0	
	Maximum	86.1	
	Range	57.1	
	Interquartile Range	19.000	
	Skewness	1.038	.347
	Kurtosis	.395	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Asupan Zink Ibu	Mean	27.487	1.3981
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	24.673
		Upper Bound	30.302
	5% Trimmed Mean	26.413	
	Median	26.400	
	Variance	91.874	
	Std. Deviation	9.5851	
	Minimum	17.5	
	Maximum	84.6	
	Range	67.1	
	Interquartile Range	6.900	
	Skewness	4.725	.347
	Kurtosis	28.152	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Asupan Besi Ibu	Mean	19.185	.8424
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	17.489
		Upper Bound	20.881
	5% Trimmed Mean	18.733	
	Median	17.200	
	Variance	33.353	
	Std. Deviation	5.7752	
	Minimum	12.2	
	Maximum	36.5	
	Range	24.3	
	Interquartile Range	8.600	
	Skewness	1.007	.347
	Kurtosis	.749	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Asupan Energi Ibu	Mean	2009.260	100.7750
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 1806.410 Upper Bound 2212.109	
	5% Trimmed Mean	1948.762	
	Median	1867.200	
	Variance	477313.377	
	Std. Deviation	690.8787	
	Minimum	1270.6	
	Maximum	4463.9	
	Range	3193.3	
	Interquartile Range	995.300	
	Skewness	1.362	.347
	Kurtosis	2.239	.681

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Kadar Zink Asi	Mean	1.5000	.16457
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 1.1687 Upper Bound 1.8313	
	5% Trimmed Mean	1.3854	
	Median	1.1500	
	Variance	1.273	
	Std. Deviation	1.12825	
	Minimum	.22	
	Maximum	5.42	
	Range	5.20	
	Interquartile Range	1.1100	
	Skewness	1.669	.347
	Kurtosis	2.866	.681

Frequencies

Umur Ibu

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		29,38
Minimum		19
Maximum		38

Umur Ibu

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	19	1	2,1	2,1	2,1
	21	2	4,3	4,3	6,4
	22	1	2,1	2,1	8,5
	23	2	4,3	4,3	12,8
	24	2	4,3	4,3	17,0
	25	3	6,4	6,4	23,4
	26	3	6,4	6,4	29,8
	27	5	10,6	10,6	40,4
	28	1	2,1	2,1	42,6
	29	4	8,5	8,5	51,1
	30	1	2,1	2,1	53,2
	31	4	8,5	8,5	61,7
	32	5	10,6	10,6	72,3
	33	3	6,4	6,4	78,7
	34	2	4,3	4,3	83,0
	35	2	4,3	4,3	87,2
	36	2	4,3	4,3	91,5
	37	3	6,4	6,4	97,9
	38	1	2,1	2,1	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Jumlah Keluarga

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		4,74
Minimum		3
Maximum		8

Jumlah Keluarga

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	6	12,8	12,8	12,8
	4	20	42,6	42,6	55,3
	5	10	21,3	21,3	76,6
	6	4	8,5	8,5	85,1
	7	5	10,6	10,6	95,7
	8	2	4,3	4,3	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Pendidikan Responden

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tamat SD/MI	4	8,5	8,5	8,5
	Tamat SMP Sederajat	13	27,7	27,7	36,2
	Tamat SMA sederajat	16	34,0	34,0	70,2
	Tamat Akademi/PT	14	29,8	29,8	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Pekerjaan Responden

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Tidak bekerja (RT)	33	70,2	70,2	70,2
	Buruh (Tani, Pabrik, Cuci)	2	4,3	4,3	74,5
	Dagang	1	2,1	2,1	76,6
	Swasta	6	12,8	12,8	89,4
	Pegawai Negeri	3	6,4	6,4	95,7
	Lain-lain honor BUMN	2	4,3	4,3	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Pendapatan Keluarga

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		1709574,47
Minimum		400000
Maximum		6200000

Pendapatan Keluarga

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	400000	1	2,1	2,1	2,1
	500000	3	6,4	6,4	8,5
	600000	3	6,4	6,4	14,9
	700000	3	6,4	6,4	21,3
	750000	3	6,4	6,4	27,7
	800000	1	2,1	2,1	29,8
	900000	2	4,3	4,3	34,0
	1000000	4	8,5	8,5	42,6
	1200000	4	8,5	8,5	51,1
	1300000	1	2,1	2,1	53,2
	1500000	2	4,3	4,3	57,4
	1600000	1	2,1	2,1	59,6
	2000000	8	17,0	17,0	76,6
	2300000	1	2,1	2,1	78,7
	2500000	3	6,4	6,4	85,1
	3000000	2	4,3	4,3	89,4
	3500000	1	2,1	2,1	91,5
	4000000	1	2,1	2,1	93,6
	4500000	1	2,1	2,1	95,7
	5000000	1	2,1	2,1	97,9
	6200000	1	2,1	2,1	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Berat Badan Ibu

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		53,389
Minimum		35,5
Maximum		80,0

Berat Badan Ibu

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	35,5	1	2,1	2,1	2,1
	38,5	1	2,1	2,1	4,3
	39,1	1	2,1	2,1	6,4
	40,2	1	2,1	2,1	8,5
	40,9	1	2,1	2,1	10,6
	41,6	1	2,1	2,1	12,8
	43,5	1	2,1	2,1	14,9
	44,2	1	2,1	2,1	17,0
	44,3	1	2,1	2,1	19,1
	44,5	1	2,1	2,1	21,3
	47,1	1	2,1	2,1	23,4
	48,5	1	2,1	2,1	25,5
	49,5	2	4,3	4,3	29,8
	50,1	1	2,1	2,1	31,9
	50,3	1	2,1	2,1	34,0
	51,0	1	2,1	2,1	36,2
	51,2	1	2,1	2,1	38,3
	51,8	1	2,1	2,1	40,4
	53,0	3	6,4	6,4	46,8
	53,2	1	2,1	2,1	48,9
	53,9	1	2,1	2,1	51,1
	54,0	1	2,1	2,1	53,2
	54,2	3	6,4	6,4	59,6
	55,0	3	6,4	6,4	66,0
	56,0	2	4,3	4,3	70,2
	57,0	1	2,1	2,1	72,3
	58,0	2	4,3	4,3	76,6
	59,2	1	2,1	2,1	78,7
	60,9	1	2,1	2,1	80,9
	62,0	1	2,1	2,1	83,0
	62,9	1	2,1	2,1	85,1
	63,0	1	2,1	2,1	87,2
	63,2	1	2,1	2,1	89,4
	64,1	1	2,1	2,1	91,5
	65,9	1	2,1	2,1	93,6
	66,0	1	2,1	2,1	95,7
	68,1	1	2,1	2,1	97,9
	80,0	1	2,1	2,1	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Tinggi Badan ibu

N	Valid	47
	Missing	0
Mean		152,651
Minimum		143,0
Maximum		172,0

Tinggi Badan ibu

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	143,0	1	2,1	2,1	2,1
	143,7	1	2,1	2,1	4,3
	144,5	1	2,1	2,1	6,4
	145,7	1	2,1	2,1	8,5
	146,0	1	2,1	2,1	10,6
	146,5	3	6,4	6,4	17,0
	147,0	1	2,1	2,1	19,1
	149,0	1	2,1	2,1	21,3
	149,2	1	2,1	2,1	23,4
	149,5	2	4,3	4,3	27,7
	149,7	1	2,1	2,1	29,8
	150,2	1	2,1	2,1	31,9
	150,5	2	4,3	4,3	36,2
	151,2	2	4,3	4,3	40,4
	152,0	4	8,5	8,5	48,9
	152,3	1	2,1	2,1	51,1
	152,4	1	2,1	2,1	53,2
	153,0	2	4,3	4,3	57,4
	153,3	1	2,1	2,1	59,6
	154,0	1	2,1	2,1	61,7
	154,2	1	2,1	2,1	63,8
	155,0	5	10,6	10,6	74,5
	156,0	1	2,1	2,1	76,6
	156,1	1	2,1	2,1	78,7
	156,4	1	2,1	2,1	80,9
	157,0	3	6,4	6,4	87,2
	158,0	2	4,3	4,3	91,5
	160,0	2	4,3	4,3	95,7
	162,0	1	2,1	2,1	97,9
	172,0	1	2,1	2,1	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori status gizi ibu

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	status gizi kurang	5	10,6	10,6	10,6
	status gizi normal	29	61,7	61,7	72,3
	tatus gizi lebih	13	27,7	27,7	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori asupan energi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	asupan energi kurang	33	70,2	70,2	70,2
	asupan energi baik	14	29,8	29,8	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori asupan protein

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	asupan protein kurang	31	66,0	66,0	66,0
	asupan protein baik	16	34,0	34,0	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori asupan zink

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	asupan zink kurang	5	10,6	10,6	10,6
	asupan zink baik	42	89,4	89,4	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori asupan besi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	asupan besi kurang	20	42,6	42,6	42,6
	asupan besi baik	27	57,4	57,4	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori kadar zink

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	kadar zink asi kurang	27	57,4	57,4	57,4
	kadar zink asi baik	20	42,6	42,6	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori kadar besi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	kadar besi asi kurang	22	46,8	46,8	46,8
	kadar besi asi baik	25	53,2	53,2	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

Kategori Pendapatan Keluarga

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	pendapatan dibawah UMR	20	42,6	42,6	42,6
	pendapatan diatas UMR	27	57,4	57,4	100,0
	Total	47	100,0	100,0	

B. ANALISA BIVARIAT

Crosstabs

Kategori asupan energi * Kategori kadar zink Crosstabulation

		Kategori kadar zink		Total
		kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori asupan energi	asupan energi kurang	Count 20	13	33
		% within Kategori asupan energi 60.6%	39.4%	100.0%
	asupan energi baik	Count 7	7	14
		% within Kategori asupan energi 50.0%	50.0%	100.0%
Total		Count 27	20	47
		% within Kategori asupan energi 57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.452	1	.501		
Continuity Correction	.123	1	.726		
Likelihood Ratio	.450	1	.502		
Fisher's Exact Test				.535	.361
Linear-by-Linear Association	.443	1	.506		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5.96.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan energi (asupan energi kurang / asupan energi baik)	1.538	.437	5.418
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	1.212	.671	2.190
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi baik	.788	.402	1.545
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori asupan energi * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi		Total
			kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori asupan energi	asupan energi kurang	Count	19	14	33
		% within Kategori asupan energi	57.6%	42.4%	100.0%
	asupan energi baik	Count	3	11	14
		% within Kategori asupan energi	21.4%	78.6%	100.0%
Total		Count	22	25	47
		% within Kategori asupan energi	46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5.159	1	.023		
Continuity Correction	3.809	1	.051		
Likelihood Ratio	5.429	1	.020		
Fisher's Exact Test				.029	.024
Linear-by-Linear Association	5.049	1	.025		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.55.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan energi (asupan energi kurang / asupan energi baik)	4.976	1.166	21.242
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi kurang	2.687	.945	7.639
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi baik	.540	.333	.875
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori asupan protein * Kategori kadar zink Crosstabulation

		Kategori kadar zink		Total
		kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori asupan protein	asupan protein kurang	Count 19	12	31
		% within Kategori asupan protein 61.3%	38.7%	100.0%
	asupan protein baik	Count 8	8	16
		% within Kategori asupan protein 50.0%	50.0%	100.0%
Total		Count 27	20	47
		% within Kategori asupan protein 57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.550	1	.458		
Continuity Correction	.185	1	.667		
Likelihood Ratio	.548	1	.459		
Fisher's Exact Test				.541	.332
Linear-by-Linear Association	.539	1	.463		
N of Valid Cases	47				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6.81.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan protein (asupan protein kurang / asupan protein baik)	1.583	.469	5.350
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	1.226	.697	2.155
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi baik	.774	.400	1.499
N of Valid Cases	47		

Kategori asupan protein * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	Total
Kategori asupan protein	asupan protein kurang	Count	16	7	23
		% within Kategori asupan protein	69.6%	30.4%	100.0%
	asupan protein baik	Count	6	18	24
		% within Kategori asupan protein	25.0%	75.0%	100.0%
Total		Count	22	25	47
		% within Kategori asupan protein	46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	9.368	1	.002		
Continuity Correction	7.664	1	.006		
Likelihood Ratio	9.705	1	.002		
Fisher's Exact Test				.003	.003
Linear-by-Linear Association	9.169	1	.002		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 10.77.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan protein (asupan protein kurang / asupan protein baik)	6.857	1.903	24.702
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi kurang	2.783	1.323	5.854
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi baik	.406	.210	.785
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori asupan zink * Kategori kadar zink Crosstabulation

			Kategori kadar zink		Total
			kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori asupan zink	asupan zink kurang	Count	5		5
		% within Kategori asupan zink	100.0%		100.0%
	asupan zink baik	Count	22	20	42
		% within Kategori asupan zink	52.4%	47.6%	100.0%
Total		Count	27	20	47
		% within Kategori asupan zink	57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4.145	1	.042		
Continuity Correction	2.426	1	.119		
Likelihood Ratio	5.980	1	.014		
Fisher's Exact Test				.063	.053
Linear-by-Linear Association	4.056	1	.044		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.13.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval
		Lower Upper
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	1.909	1.431 2.547
N of Valid Cases	47	

Crosstabs

Kategori asupan zink * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi		Total
			kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori asupan zink	asupan zink kurang	Count	4	1	5
		% within Kategori asupan zink	80.0%	20.0%	100.0%
	asupan zink baik	Count	18	24	42
		% within Kategori asupan zink	42.9%	57.1%	100.0%
Total		Count	22	25	47
		% within Kategori asupan zink	46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.476	1	.116		
Continuity Correction	1.209	1	.272		
Likelihood Ratio	2.596	1	.107		
Fisher's Exact Test				.171	.136
Linear-by-Linear Association	2.423	1	.120		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.34.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan zink (asupan zink kurang / asupan zink baik)	5.333	.548	51.879
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi kurang	1.867	1.066	3.269
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi baik	.350	.059	2.060
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori asupan besi * Kategori kadar zink Crosstabulation

			Kategori kadar zink		Total
			kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori asupan besi	asupan besi kurang	Count	21	15	36
		% within Kategori asupan besi	58.3%	41.7%	100.0%
	asupan besi baik	Count	6	5	11
		% within Kategori asupan besi	54.5%	45.5%	100.0%
Total		Count	27	20	47
		% within Kategori asupan besi	57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.049	1	.824		
Continuity Correction	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.049	1	.824		
Fisher's Exact Test				1.000	.546
Linear-by-Linear Association	.048	1	.826		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.68.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori asupan besi (asupan besi kurang / asupan besi baik)	1.167	.300	4.542
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	1.069	.583	1.960
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi baik	.917	.431	1.948
N of Valid Cases	47		

Kategori asupan besi * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi		Total
			kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori asupan besi	asupan besi kurang	Count	14	6	20
		% within Kategori asupan besi	70,0%	30,0%	100,0%
	asupan besi baik	Count	8	19	27
		% within Kategori asupan besi	29,6%	70,4%	100,0%
Total		Count	22	25	47
		% within Kategori asupan besi	46,8%	53,2%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,521	1	,006		
Continuity Correction	5,987	1	,014		
Likelihood Ratio	7,714	1	,005		
Fisher's Exact Test				,009	,007
Linear-by-Linear Association	7,361	1	,007		
N of Valid Cases	47				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,36.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,521	1	,006		
Continuity Correction	5,987	1	,014		
Likelihood Ratio	7,714	1	,005		
Fisher's Exact Test				,009	,007
Linear-by-Linear Association	7,361	1	,007		
N of Valid Cases	47				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,36.

Kategori status gizi ibu * Kategori kadar zink Crosstabulation

			Kategori kadar zink		Total
			kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori status gizi ibu	status gizi kurang	Count	3	2	5
		% within Kategori status gizi ibu	60,0%	40,0%	100,0%
	status gizi normal	Count	20	9	29
		% within Kategori status gizi ibu	69,0%	31,0%	100,0%
	tatus gizi lebih	Count	4	9	13
		% within Kategori status gizi ibu	30,8%	69,2%	100,0%
Total		Count	27	20	47
		% within Kategori status gizi ibu	57,4%	42,6%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.372	2	.068
Likelihood Ratio	5.407	2	.067
Linear-by-Linear Association	3.111	1	.078
N of Valid Cases	47		

a. 2 cells (33.3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.13.

Crosstabs

Kategori status gizi ibu * Kategori kadar besi Crosstabulation

		Kategori kadar besi		Total
		kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori status gizi ibu	status gizi kurang	Count 1	4	5
		% within Kategori status gizi ibu 20.0%	80.0%	100.0%
	status gizi normal	Count 13	16	29
		% within Kategori status gizi ibu 44.8%	55.2%	100.0%
	status gizi lebih	Count 8	5	13
		% within Kategori status gizi ibu 61.5%	38.5%	100.0%
Total		Count 22	25	47
		% within Kategori status gizi ibu 46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.622	2	.270
Likelihood Ratio	2.745	2	.253
Linear-by-Linear Association	2.504	1	.114
N of Valid Cases	47		

a. 2 cells (33.3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.34.

Crosstabs

Kategori umur bayi * Kategori kadar zink Crosstabulation

		Kategori kadar zink		Total
		kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori umur bayi	umur bayi 1 - 3 bulan	Count 8	12	20
		% within Kategori umur bayi 40.0%	60.0%	100.0%
	umur bayi 4 - 6 bulan	Count 19	8	27
		% within Kategori umur bayi 70.4%	29.6%	100.0%
Total		Count 27	20	47
		% within Kategori umur bayi 57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4.335	1	.037		
Continuity Correction	3.182	1	.074		
Likelihood Ratio	4.373	1	.037		
Fisher's Exact Test				.072	.037
Linear-by-Linear Association	4.243	1	.039		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8.51.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori umur bayi (umur bayi 1 - 3 bulan / umur bayi 4 - 6 bulan)	.281	.083	.949
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	.568	.315	1.025
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi baik	2.025	1.023	4.008
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori umur bayi * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi		Total
			kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori umur bayi 1 - 3 bulan	Count		12	8	20
	% within Kategori umur bayi		60.0%	40.0%	100.0%
umur bayi 4 - 6 bulan	Count		10	17	27
	% within Kategori umur bayi		37.0%	63.0%	100.0%
Total	Count		22	25	47
	% within Kategori umur bayi		46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2.433	1	.119		
Continuity Correction	1.598	1	.206		
Likelihood Ratio	2.450	1	.118		
Fisher's Exact Test				.148	.103
Linear-by-Linear Association	2.381	1	.123		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.36.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori umur bayi (umur bayi 1 - 3 bulan / umur bayi 4 - 6 bulan)	2.550	.778	8.362
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi kurang	1.620	.882	2.976
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi baik	.635	.345	1.169
N of Valid Cases	47		

Crosstabs

Kategori Pendapatan Keluarga * Kategori kadar zink Crosstabulation

		Kategori kadar zink		Total
		kadar zink asi kurang	kadar zink asi baik	
Kategori Pendapatan Keluarga	pendapatan dibawah UMR	Count 11	9	20
		% within Kategori Pendapatan Keluarga 55.0%	45.0%	100.0%
	pendapatan diatas UMR	Count 16	11	27
		% within Kategori Pendapatan Keluarga 59.3%	40.7%	100.0%
Total		Count 27	20	47
		% within Kategori Pendapatan Keluarga 57.4%	42.6%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.085	1	.770		
Continuity Correction	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.085	1	.770		
Fisher's Exact Test				1.000	.502
Linear-by-Linear Association	.083	1	.773		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8.51.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Pendapatan Keluarga (pendapatan dibawah UMR / pendapatan diatas UMR)	.840	.261	2.703
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi kurang	.928	.560	1.538
For cohort Kategori kadar zink = kadar zink asi baik	1.105	.568	2.147
N of Valid Cases	47		

Kategori Pendapatan Keluarga * Kategori kadar besi Crosstabulation

			Kategori kadar besi		Total
			kadar besi asi kurang	kadar besi asi baik	
Kategori Pendapatan Keluarga	pendapatan dibawah UMR	Count	6	14	20
		% within Kategori Pendapatan Keluarga	30.0%	70.0%	100.0%
	pendapatan diatas UMR	Count	16	11	27
		% within Kategori Pendapatan Keluarga	59.3%	40.7%	100.0%
Total		Count	22	25	47
		% within Kategori Pendapatan Keluarga	46.8%	53.2%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3.951	1	.047		
Continuity Correction	2.863	1	.091		
Likelihood Ratio	4.031	1	.045		
Fisher's Exact Test				.076	.045
Linear-by-Linear Association	3.866	1	.049		
N of Valid Cases	47				

a. Computed only for a 2x2 table

b. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9.36.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Pendapatan Keluarga (pendapatan dibawah UMR / pendapatan diatas UMR)	.295	.086	1.004
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi kurang	.506	.242	1.060
For cohort Kategori kadar besi = kadar besi asi baik	1.718	1.003	2.942
N of Valid Cases	47		

C. ANALISA MULTIVARIAT

Logistic Regression

Block 0: Beginning Block

Variables in the Equation = Asupan Protein

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	.128	.292	.191	1	.662	1.136

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATPROTE	9.368	1	.002
	Overall Statistics		9.368	1	.002

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	9.705	1	.002
	Block	9.705	1	.002
	Model	9.705	1	.002

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	55.259	.187	.249

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
	KATPROTE	1.925	.654	8.669	1	.003	6.857
	Constant	-2.752	1.022	7.257	1	.007	.064

a Variable(s) entered on step 1: KATPROTE.

Logistic Regression**Block 0: Beginning Block**

Variables in the Equation = Asupan Besi

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	.128	.292	.191	1	.662	1.136

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATBESI	7.521	1	.006
	Overall Statistics		7.521	1	.006

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	7.714	1	.005
	Block	7.714	1	.005
	Model	7.714	1	.005

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	57.250	.151	.202

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KATBESI	1.712	.645	7.053	1	.008	5.542
	Constant	-2.560	1.063	5.798	1	.016	.077

a Variable(s) entered on step 1: KATBESI.

Logistic Regression**Block 0: Beginning Block**

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	.128	.292	.191	1	.662	1.136

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATPROTE	9.368	1	.002
		KATBESI	7.521	1	.006
	Overall Statistics		18.758	3	.000

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	22.672	3	.000
	Block	22.672	3	.000
	Model	22.672	3	.000

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	42.292	.383	.511

Variables in the Equation = Hasil Regresi Logistik: pendapatan, protein dan besi terhadap Kadar Besi ASI.

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KATPROTE	2.283	.822	7.708	1	.005	9.804
	KATBESI	2.096	.834	6.319	1	.012	8.132
	Constant	-3.308	1.862	3.155	1	.076	.037

a Variable(s) entered on step 1: KATPDPT, KATPROTE, KATBESI

Logistic Regression

Block 0: Beginning Block

Variables in the Equation = Umur Bayi/Penyusuan

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	-.300	.295	1.035	1	.309	.741

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATUMBAY	4.335	1	.037
	Overall Statistics		4.335	1	.037

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	4.373	1	.037
	Block	4.373	1	.037
	Model	4.373	1	.037

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	59.736	.089	.119

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KATUMBAY	-1.270	.621	4.182	1	.041	.281
	Constant	1.676	1.005	2.778	1	.096	5.344

a Variable(s) entered on step 1: KATUMBAY.

Logistic Regression

Block 0: Beginning Block

Variables in the Equation = Asupan Zink

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	-.300	.295	1.035	1	.309	.741

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATZINK	4.145	1	.042
	Overall Statistics		4.145	1	.042

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	5.978	1	.014
	Block	5.978	1	.014
	Model	5.978	1	.014

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	58.132	.119	.160

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 KATZINK	8.107	27.027	.090	1	.764	3318.112
Constant	-16.310	54.052	.091	1	.763	.000

a Variable(s) entered on step 1: KATZINK.

Logistic Regression

Block 0: Beginning Block

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	-.300	.295	1.035	1	.309	.741

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KATUMBAY	4.335	1	.037
		KATZINK	4.145	1	.042
	Overall Statistics		7.327	2	.026

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	9.378	2	.009
	Block	9.378	2	.009
	Model	9.378	2	.009

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	54.731	.181	.243

Variables in the Equation = Hasil Regresi Logistik: Umur Bayi/Penyusuan terhadap kadar zink ASI

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KATUMBAY	-1.168	.646	3.263	1	.071	.311
	KATZINK	7.896	26.438	.089	1	.765	2686.876
	Constant	-14.086	52.883	.071	1	.790	.000

a Variable(s) entered on step 1: KATUMBAY, KATZINK.



Lampiran 3a

PERMOHONAN MENJADI RESPONDEN

Kepada Yth,
Colon Responden
di

Tempat

Dengan hormat,

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah Mahasiswa Program Studi Biomedik Pascasarjana Universitas Andalas Padang:

N a m a : Yendrizal Jafri, S.Kp

No. BP : 06 212 014

Program Studi : S2 Biomedik

Bermaksud akan mengadakan penelitian dengan judul “Hubungan Asupan Zat Gizi pada Ibu Menyusui terhadap Kadar Zink dan Besi Air Susu Ibu di Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi”. Penelitian ini tidak akan menimbulkan akibat yang merugikan bagi Ibu sebagai responden, kerahasiaan semua informasi yang diberikan akan dijaga dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

Maka dengan ini saya mohon kesediaan Ibu untuk menandatangani lembaran persetujuan (*Informed Consent*) dan bila Ibu diberikan tindakan.

Atas perhatian dan kerjasama yang berikan saya ucapkan terima kasih.

Hormat saya

Peneliti

Yendrizal Jafri, S.Kp

Lampiran 3b

LEMBARAN PERSETUJUAN
(*Informed Consent*)

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Suami :

Umur : tahun

Alamat :

Untuk : Istri

Nama Responden :

Umur : tahun

dengan ini menyatakan sesungguhnya telah

MEMBERIKAN PERSETUJUAN

untuk dilakukan,

1. Pengambilan data/pengukuran:

yang sifat dan tujuannya pengambilan data/pengukuran, telah dijelaskan peneliti dan saya mengerti seluruhnya.

2. Pengambilan Air Susu Ibu (ASI)

yang sifat, tujuan tindakan pengambilan ASI serta kemungkinan timbulnya telah dijelaskan sepenuhnya oleh peneliti dan telah saya mengerti seluruhnya.

Bukittinggi, Juni 2008

(_____)
Nama Peneliti/Petugas

(_____)
Nama Responden/KK

(_____)
Saksi

INTRUMEN PENELITIAN

**HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI PADA IBU MENYUSUI
TERHADAP KADAR ZINK DAN BESI AIR SUSU IBU
DI KECAMATAN MANDIANGIN KOTO SELAYAN KOTA BUKITTINGGI**

Nomor Responden : _____

Nama Responden : _____

Umur (tahun) : _____

Umur Bayi (bulan) : _____

Umur Minggu
Kehamilan Melahirkan: _____

Kecamatan : _____

Kelurahan : _____

RW/RT : _____

Posyandu : _____

Enumerator : _____

1. Jumlah anggota keluarga (orang) : _____
2. Pendidikan Ibu (tahun): (pilih satu jawaban)
 - a. Tidak sekolah/tidak tamat SD
 - b. Tamat SD/MI
 - c. Tamat SMP/ sederajat
 - d. Tamat SMA/ sederajat
 - e. Tamat Akademi/PT
3. Pekerjaan Ibu: (pilih satu jawaban)
 - a. Tidak bekerja/ rumah tangga
 - b. Buruh (tani, pabrik, cuci)
 - c. Dagang
 - d. Swasta
 - e. Pegawai Negeri
 - f. Lain-lain: (sebutkan) : _____
4. Pendapatan keluarga (Rp/bulan) : _____

5. Pemeriksaan Antropometri:

a. Tinggi Badan : _____

b. Berat Badan : _____

c. Status gizi : _____

6. Tekanan Darah : _____

7. FORM FOOD FREKUENSI SEMI KUANTITATIF KUESIONER

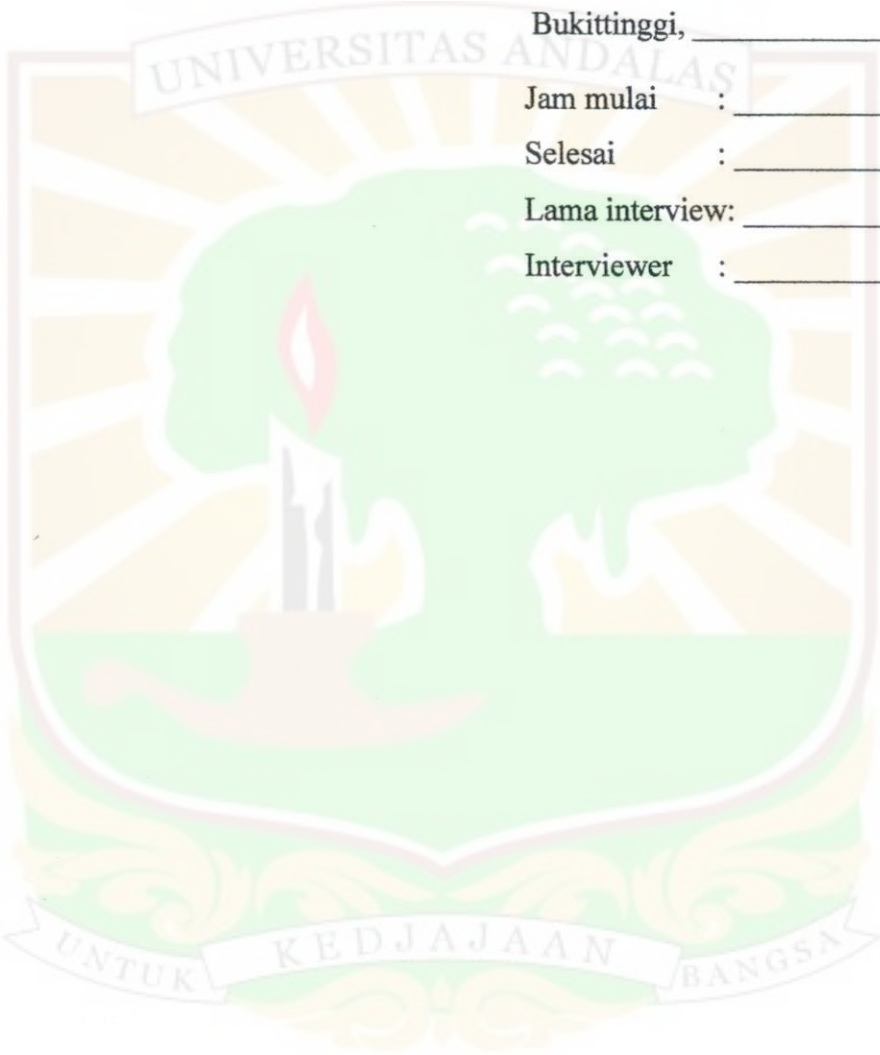
No	Nama Bahan Makanan	Frekuensi				Porsi		Intake (Gram)
		Hari	Minggu	Bulan	Tahun	URT	Gram	
A	Sumber Karbohidrat:							
1	Beras							
2	Beras ketan							
3	Jagung							
4	Kentang							
5	Roti							
6	Biscuit							
7	Sagu							
8	Singkong							
9	Talas							
10	Terigu							
11	Ubi jalar							
12	Mie							
13	Bihun							
14	Tepung beras							
15	Maizena							
B	Protein Hewani:							
1	Ayam/bebek/unggas							
2	Belut/lele							
3	Daging							
4	Hati							
5	Kepiting							
6	Telur							
7	Udang							
8	Ikan laut							
9	Ikan tawar							
10	Ikan asin							
11	Jeroan							
12	Otak							
13	Kerang-kerangan							
14	Teri							
15	Terasi							
16	Kornet							
17	Cumi							
18	Aneka abon							

No	Nama Bahan Makanan	Frekuensi				Porsi		Intake (Gram)
		Hari	Minggu	Bulan	Tahun	URT	Gram	
C	Protein Nabati:							
1	Tahu							
2	Tempe							
3	Taoco							
4	Kacang merah							
5	Kacang ijo							
6	Kacang tanah							
7	Kacang kedele							
8	Kacang pagar							
9	Susu kedele							
10	Tepung kedele							
11	Tepung hunkwe							
D	Sayur-sayuran:							
1	Buncis							
2	Bayam							
3	Daun bawang							
4	Daun mangkogan							
5	Daun kacang panjang							
6	Daun singkong							
7	Daun talas							
8	Daun melinjo							
9	Daun ubi jalar							
10	Daun pepaya							
11	Pakis							
12	Gambas							
13	Jagung muda							
14	Jamur							
15	Jantung pisang							
16	Kangkung							
17	Kacang kapri							
18	Kacang panjang							
19	Daun katu							
20	Ketimun							
21	Kecipir							
22	Kol							
23	Kembang kol							
24	Labu siam							
25	Waluh							
26	Lobak							
27	Melinjo							
28	Nangka muda							
29	Pepaya muda							
30	Pare							
31	Rebung							
32	Selada							
33	Sawi							
34	Toge							
35	Terung							
36	Tomat							
37	Wortel							
38	Pete							

No	Nama Bahan Makanan	Frekuensi				Porsi		Intake (Gram)
		Hari	Minggu	Bulan	Tahun	URT	Gram	
39	Talas							
40	Jengkol							
E	Susu dan Olahan:							
1	Es krim							
2	Keju							
3	Susu krim							
4	Tepung susu							
5	Yoghurt							
6	Dadih							
7	Susu segar							
F	Buah-buahan:							
1	Anggur							
2	Apel							
3	Belimbing							
4	Alpukat							
5	Cempedak/nangka							
6	Duku/langsat							
7	Durian							
8	Jambu air							
9	Jeruk							
10	Mangga/ambacang							
11	Manggis							
12	Kiwi							
13	Kedondong							
14	Buah nona							
15	Bengkuang							
16	Nenas							
17	Pepaya							
18	Pisang							
19	Rambutan/lengkeng							
20	Salak							
21	Sawo							
22	Semangka/melon							
23	Sirsak							
G	Lemak/Minyak:							
1	Margarine							
2	Mentega							
3	Minyak kelapa							
4	Minyak kelapa sawit							
5	Minyak wijen/jagung							
6	Minyak ikan/kacang tanah							
H	Serba-serbi:							
1	Agar-agar							
2	Coklat							
3	Gula aren							
4	Gula pasir							
5	Kecap							
6	Kemiri							
7	Kerupuk emping							
8	Kerupuk jengkol							
9	Kerupuk kulit							

No	Nama Bahan Makanan	Frekuensi				Porsi		Intake (Gram)
		Hari	Minggu	Bulan	Tahun	URT	Gram	
10	Kerupuk nasi							
11	Kerupuk singkong							
12	Kerupuk ubi jalar							
13	Kerupuk udang							
14	Permen/dodol							
15	Kopi/teh							

UNIVERSITAS ANDALAS



UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

Bukittinggi, _____ 2008

Jam mulai : _____

Selesai : _____

Lama interview: _____

Interviewer : _____



PEMERINTAH KOTA BUKITTINGGI
KANTOR KESATUAN BANGSA DAN PERLINDUNGAN
MASYARAKAT

Jln. Sudirman No. 27 - 29 Bukittinggi Telp. (0752) 23976

IZIN MELAKSANAKAN PENELITIAN/SURVEY

Nomor : 074//7/ KL-Was&PMA/IV-2008

Kami Walikota Bukittinggi, berdasarkan :

Surat Dari : Universitas Andalas Program Pascasarjana
Nomor : 59/H.16/Biomedik/PPs/2008
Tanggal : 26 Maret 2008

Dengan ini memberikan kesempatan melakukan penelitian/ survey kepada:

Nama : **YENDRIZAL JAFRI, S.Kp**
Tempat/Tanggal Lahir : Lubuk Bagalung Pasel / 6 Nopember 1968
Pekerjaan : Sraf Dosen STIKES Printis Bukittinggi
Alamat : Jln. Guru Tuo No 15 B Bukittinggi
Nomor Kartu Identitas : 137502061168001
Judul Penelitian : **"HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI TERHADAP KADAR SENG& BESI DALAM ASI IBU MENYUSUI"**
Lokasi/Tempat Penelitian : Puskesmas Kota Bukittinggi
Waktu Penelitian (Tanggal dan Bulan : 1 April s/d 30 Juni 2008
Anggota Peneliti : -
Digunakan Untuk : Penulisan Tesis

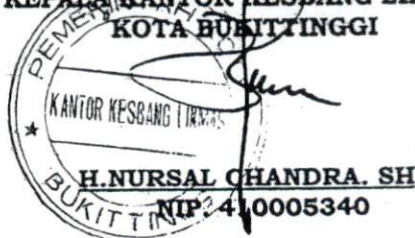
Dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Tidak boleh menyimpang dari kerangka tujuan penelitian.
2. Memberitahukan kedatangan serta maksud penelitian yang akan dilaksanakan dengan menunjukkan surat Izin Melaksanakan Penelitian serta melaporkan diri sebelum meninggalkan Daerah Penelitian kepada Walikota Bukittinggi c/q Kepala Kantor Kesbang Linmas Kota Bukittinggi.
3. Mematuhi semua peraturan yang berlaku dan menghormati adat istiadat masyarakat setempat.
4. Mengirimkan laporan hasil penelitian sebanyak 1 (satu) eksemplar kepada Walikota Bukittinggi cq. Kepala Kantor Kesbang Linmas paling lambat 1 (satu) bulan setelah Penelitian selesai.
5. Bila terjadi penyimpangan/pelanggaran terhadap ketentuan tersebut diatas, maka Surat Izin Melaksanakan Penelitian/Survey ini akan dicabut.

Demikian Surat Izin Melaksanakan Penelitian/Survey ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dipergunakan oleh yang berkepentingan dimana perlu.

Bukittinggi, 9 April 2008

An. WALIKOTA BUKITTINGGI
KEPALA KANTOR KESBANG LINMAS
KOTA BUKITTINGGI



Tembusan disampaikan kepada Yth:

1. Bapak Walikota Bukittinggi (sebagai laporan)
2. Kepala DKK Bukittinggi
3. Kepala Puskesmas se-Kota Bukittinggi
4. Arsip.



KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
ETHICAL CLEARENCE

No: 3303 /H16.2/TU/2008

Panitia Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Andalas dalam upaya melindungi Hak Azasi dan Kesejahteraan Subyek Penelitian Kedokteran. Telah mengkaji dengan teliti Proposal berjudul :

The Committee of the Medical Research Ethics of the Faculty of Medicine, Andalas University, with regard of protection of human right and welfare in medical research, has reviewed the proposal entitled:

“PENGARUH ASUPAN ZAT GIZI PADA IBU MENYUSUI TERHADAP KADAR ZINK DAN ZAT BESI AIR SUSU-IBU DI KECAMATAN MANDIANGIN KOTO SELAYAN KOTA BUKITTINGGI”

Nama Peneliti Utama : Yendrizal Jafri, SKp

Name of the principal investigator :

Nama Institusi : S2 Biomedik Prog. Pasca Sarjana Universitas Andalas

Name of Institution :

Telah menyetujui proposal tersebut diatas

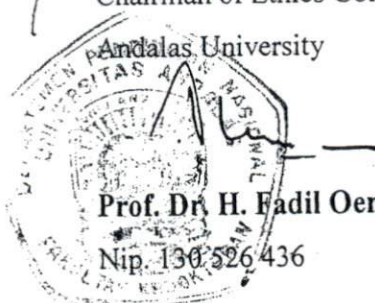
Approved the above mentioned proposal

Padang, 10 Juni 2008

Ketua Komite Etik Fak. Kedokteran Univ. Andalas

Chairman of Ethics Committe Medical Faculty of

Andalas University



Prof. Dr. H. Fadil Oenzil, PhD, SpGK

Nip. 130 526 436



DINAS KESEHATAN KOTA BUKITTINGGI PUSKESMAS MANDIANGIN

KECAMATAN MANDIANGIN KOTO SELAYAN

Jln. H. Abdul Manan Telp. (0752) 21969 Bukittinggi

SURAT KETERANGAN/DPJPP PENELITIAN

No: 470 / 170 / H.C. MKS / VII / 2008

Bertanda tangan dibawah ini Kepala Puskesmas Mandiangan Kecamatan Mandiangan Koto Selayan Kota Bukittinggi, menerangkan bahwa:

N a m a : Yendrizal Jafri, S.Kp

No. Bp : 06 212 014

Nama Institusi : S2 Biomedik Program Pascasarjana Universitas Andalas

telah melakukan penelitian dari tanggal 10 Juni s/d 3 Juli 2008 dan sebagai Penanggung Jawab Pelaksanaan Penelitian (DPJPP) ini adalah Kepala Puskesmas Mandiangan Kecamatan Mandiangan Koto Selayan.

Demikian surat keterangan/DPJPP penelitian ini diberikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Bukittinggi, 5 Juli 2008

Kepala Puskesmas Mandiangan



Dr. Deswita

Nip: 140 292 073



DINAS KESEHATAN PROPINSI SUMATERA BARAT
UPTD. BALAI LABORATORIUM KESEHATAN

Jl. Gajah Mada (Gunung Pangilun) Padang 25137 Telp. 7054023 Fax. 41927

SUMBAR
SEHAT
2010

Padang, 2 Juli 2008

Nomor : 052/651/BLK-SB/VII-2008
Lampiran : 1 (satu) berkas
Perihal : **Keterangan selesai penelitian**

Yth. Kepada
Ketua Program Studi Pascasarjana
Ilmu Biomedik Universitas Andalas

di

PADANG

Dengan hormat,

Membalas surat saudara No.111/H.16/Biomedik/PPs/2008 tanggal 18 Juni 2008 perihal izin melakukan pengukuran untuk data penelitian, maka bersama ini kami sampaikan bahwa :

Nama : Yendrizaral Jafri
No. BP : 06212014
Program Studi : S.2 Biomedik

Telah selesai melakukan pengukuran kadar Zink dan Besi dengan metoda AAS di Laboratorium Kimia Air dan Toksikologi UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat, hasil terlampir.

Demikian keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan
Provinsi Sumatera Barat



Drs. ERMAN, Apt. Dipl. Sc.
Nip.140235968

KEPUTUSAN
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
No. : 152 / H16.S3/ A/ 2008

Tentang
PENGANGKATAN SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING
PROGRAM DOKTOR (S3) PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ANDALAS

ATAS NAMA : **Yendrizal Jafri**
NO. BP : **06 212 014**
PROGRAM STUDI : **Ilmu Biomedik**

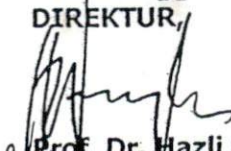
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS

- Membaca** : Permohonan Pengesahan Susunan Komisi Pembimbing bagi : **Yendrizal Jafri**
- Menimbang** : bahwa permohonan tersebut di atas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan :
- Mengingat** : 1. Undang-undang No.8 Tahun 1974 jo Undang-Undang No.43 Tahun 1999;
2. Peraturan Pemerintah No. 2 Tahun 1990;
3. Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 1999;
4. Surat Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia :
 c. Nomor 0429/0/1992;
 d. Nomor 0196/0/1995
5. Surat Keputusan DIKTI No.361/DIKTI/Kep/1996;
6. Surat Keputusan Rektor Unand No. 710/XIA/A/Unand-2004

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :**
PERTAMA : Bagi mahasiswa yang bernama : **Yendrizal Jafri BP. 06 212 014** adalah mahasiswa Program Doktor (S3) Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang, Program Studi : **Ilmu Biomedik**
- KEDUA** : Mahasiswa tersebut di atas mempunyai Susunan Komisi Pembimbing Terdiri dari :
 1. **Dr.dr. Masrul, M.Sc, SpGK** (Ketua)
 2. **Prof.dr. Nursal Asbiran, PhD** (Anggota)
 3. (Anggota)
 4. (Anggota)
- KETIGA** : Surat Keputusan ini berlaku sampai dengan selesainya masa studi yang bersangkutan dan sesuai dengan peraturan Universitas Andalas yang berlaku.
- KEEMPAT** : Menyatakan tidak berlaku lagi Keputusan Direktur Program Pascasarjana Universitas Andalas No. 60/H16.S2/A/2008
- KELIMA** : Segala sesuatu akan diperbaiki kembali, jika kemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Padang
Pada Tanggal : 02 Mei 2008
DIREKTUR,


Prof. Dr. Hazli Nurdin, MSc
NIP. 130353 234

Tembusan :

1. Ketua Komisi Pembimbing
2. Anggota Komisi Pembimbing
3. Ketua Program Studi **Ilmu Biomedik**
4. Mahasiswa Ybs.
5. Arsip.